# MÉMOIRES
## DU
# MUSÉUM NATIONAL
## D'HISTOIRE NATURELLE

*NOUVELLE SÉRIE*
Série B, Botanique
TOME XVI
FASCICULE 1

---

J. GAUTHÉ, J.-P. GROS, J.-L. HAMEL,
B. MOUSSEL, H.-E. WEISS

---

# CONTRIBUTION A LA CARYOLOGIE DE QUELQUES VÉGÉTAUX CULTIVÉS DANS LES SERRES DU MUSÉUM. ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

---

PARIS
ÉDITIONS DU MUSÉUM
38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (Ve)
1965

Source MNHN, Paris

MÉMOIRES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
Série B. Botanique. Tome XVI. Fascicule 1. — 1965.

# CONTRIBUTION A LA CARYOLOGIE DE QUELQUES VÉGÉTAUX CULTIVÉS DANS LES SERRES DU MUSÉUM. ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

## INTRODUCTION

par

J.-L. HAMEL

Depuis 1933, grâce à l'initiative du Professeur A. Guillaumin, des recherches caryologiques sont poursuivies au Muséum, afin de contribuer à une meilleure connaissance des végétaux cultivés dans les collections du Jardin des Plantes et plus particulièrement dans les serres. La petite équipe de caryologistes fondée par le Professeur A. Eichhorn, alors qu'il était Assistant de la Chaire de Culture, d'abord constituée par le Chanoine G. Archambault, par notre regretté ami E. Benoist et moi, s'est élargie progressivement par l'arrivée régulière de jeunes chercheurs. Exploitant les richesses si savamment et amoureusement entretenues, constamment accrues par M. H. Rose, Assistant, elle a pu examiner de nombreuses espèces appartenant à des familles variées, préciser pour elles le type nucléaire et déterminer le nombre et la forme des chromosomes.

Habituellement, les résultats de chacun sont publiés au fur et à mesure qu'ils sont obtenus.

Aujourd'hui, il a paru intéressant d'en rassembler quelques-uns encore inédits pour témoigner en quelque sorte de la continuité d'une école maintenant vieille de trente ans.

Ce recueil commence par une courte note concernant le *Turnera ulmifolia* L. Elle apporte un élément de réponse, encore fort modeste certes, à une question que je posais peu de temps après mon arrivée au Muséum, à l'issue d'une étude concernant quelques espèces du genre *Begonia* et d'autres appartenant à la famille des Loasacées.

Son rôle, en introduisant des travaux plus importants sur les Broméliacées de J. Gauthé et de P. E. Weiss, sur les Myrtacées de B. Moussel, sur les Pittosporacées et quelques familles voisines dus à J.-P. Gros, est simplement de marquer la permanence d'un effort et d'une pensée.

*Le* 18 *décembre* 1963.



BIBL. DU MUSÉUM D'HIST. NATLE

Source : MNHN, Paris

SOMMAIRE

J.-L. Hamel, Le noyau et les chromosomes somatiques du *Turnera ulmifolia* L. . . . . 3

H.-E. Weiss, Étude caryologique et cyto-taxinomique de quelques Broméliacées. . . . . 9

J. Gauthé, Contribution à l'étude caryologique des Tillandsiées. . . 39

J.-P. Gros, Contribution à l'étude cyto-taxinomique des Pittosporacées . . . . . 61

B. Moussel, Contribution à l'étude cyto-taxinomique des Myrtacées. 91

Source : MNHN, Paris

# LE NOYAU ET LES CHROMOSOMES SOMATIQUES DU TURNERA ULMIFOLIA L.

(*avec la pl. I*)

par

J.-L. HAMEL

En 1938 j'étudiai la caryologie de neuf Loasacées et de dix espéces de *Begonia* (Bégoniacées) dans le but de savoir si leurs caractères nucléaires et chromosomiques apportaient des arguments en faveur du rapprochement de ces deux familles dans l'ordre des Pariétales proposé sans restriction par ENGLER et PRANTL dans la première édition des « natürlichen Pflanzenfamilien » et maintenu avec une certaine réserve dans la seconde édition, puisqu'ils préféraient les ranger chacune dans des sous-ordres différents, bien que voisins, des Loasünées et des Bégoniinées. Or la caryologie ne parut pas fournir des arguments convaincants á ce point de vue encore admis en 1955 par LAWRENCE.

Je regrettai alors de n'avoir pas á ma disposition quelques représentants de la famille des Turnéracées, qui paraît avoir une certaine parenté avec les Loasacées, si l'on en juge d'aprés de CANDOLLE et HUTCHINSON. Celui-ci pense même depuis longtemps qu'il convient de créer un ordre des Loasales propre á ces deux seules familles, dont les espéces, á quelques rares exceptions près, sont américaines. Elles s'y distinguent l'une de l'autre par la position des ovaires totalement ou partiellement adhérents en même temps que surmontés d'un style unique chez les Loasacées, tandis qu'ils sont libres et munis de trois styles chez les Turnéracées, et par leurs graines dépourvues d'arille chez les premiéres alors qu'elles en possèdent une chez les secondes.

Lorsqu'en 1961 je sus que quatre pieds du *Turnera ulmifolia* L. étaient cultivés dans les serres du Muséum, j'entrepris aussitôt d'en définir les caractères caryologiques pensant bien que ceux-ci ne suffiraient pas á trancher la question des affinités entre Loasacées et Turnéracées, mais qu'ils pourraient fournir des renseignements vraisemblablement utiles á sa résolution future. A cet effet je fixai des méristèmes radiculaires dans les liquides de HELLY et de NAWASHIN et colorai les coupes épaisses de 6 µ environ par la méthode de FEULGEN (1).

Ce travail était déjà avancé quand j'appris que GHOSH avait publié une note en 1960, dans laquelle il signale avoir déterminé que $n = 15$ et

(1) Je suis heureux de remercier ici Mme JOLINON qui m'a grandement facilité la tâche en assurant tout le travail technique et photographique.



Source : MNHN, Paris

$2n = 30$ chez des représentants de cette espèce vivant en Inde (1), mais il ne donne aucune figure. Il remarque simplement n'avoir observé chez elle aucune des anomalies qui, chez le *Wedelia calendulacea* Less., entraînent des variations dans le nombre des chromosomes.

A vrai dire ce résultat me surprit, car les plantes des serres paraissaient elles aussi appartenir à cette même variété. Certes, j'avais trouvé des plaques équatoriales, toujours bien lisibles, montrant 30 chromosomes de tailles fort dissemblables, puisque les plus grands peuvent atteindre près de 4 µ et les plus petits ne dépassent guère 1,5 µ. Sur d'autres, au contraire, j'avais compté quelquefois 31 chromosomes et bien plus souvent 32. Parfois j'avais hésité entre ces trois nombres suivant que certaines figures, d'apparence continue, m'avaient paru constituées par les deux bras d'un seul chromosome long ou que, à l'opposé, il m'avait semblé préférable d'y reconnaître deux chromosomes courts, semblables par leur taille à plusieurs autres bien caractérisés. De plus les plaques équatoriales se trouvent être fréquemment disposées sur plusieurs plans, ce qui ajoute à la difficulté d'interprétation. J'en étais arrivé à penser que le *T. ulmifolia* devait avoir 32 chromosomes.

Je reprenais alors l'examen de toutes mes préparations, en faisais de nombreuses autres, afin de lever l'incertitude où je me trouvais. Actuellement, il me paraît incontestable que le *T. ulmifolia* possède bien 30 chromosomes.

Dans la plupart des plaques équatoriales, ces 30 chromosomes peuvent être appariés d'après leur forme et leurs dimensions relatives. Tous ont cependant la même épaisseur moyenne d'un tiers de µ.

Les deux chromosomes les plus grands, *a*, mesurant un peu moins de 4 µ, présentent des bras à peine inégaux, légèrement incurvés, s'amincissant souvent au voisinage du centromère ; parfois ils sont dans le prolongement l'un de l'autre (Pl. 1,fig. 1) ; parfois ils dessinent une sorte de « L ». Ce sont eux qui peuvent être pris pour deux chromosomes accolés par une de leurs extrémités et ayant un aspect de bâtonnet courbe, rappelant celui des éléments les plus petits de l'idiogramme.

On reconnaît ensuite quatre chromosomes qui dépassent de peu 3 µ : les deux premiers, *b*, ont des bras nettement dissemblables, alors que les seconds, *c*, les ont sensiblement de la même taille. Quatre autres n'atteignent pas 3 µ : les uns, *d*, sont à peu près isobrachiaux et ceux de la paire *e* ont un bras presque deux fois plus long que l'autre et fréquemment tordu en « U ». Ayant environ 2,5 µ, les chromosomes *f* ont une semblable dissymétrie, les *g* et les *h*, au contraire, ont des bras quasi égaux. On ne distingue les couples *i*, *j* et *k* que par l'inégalité plus ou moins marquée de leurs bras, car ils ont tous environ 2 µ. Les chromosomes *l* sont sans doute isobrachiaux, ils sont souvent coudés en « V ». Les *m* ont un aspect très caractéristique, ayant un bras fortement arqué tandis que l'autre, très court, ressemble presque à un « Köpfchen ». Les quatre derniers sont des bâtonnets d'environ 1,5 µ.

(1) Il s'agit sans doute de la variété *angustifolia* Willd. bien que GHOSH ne le précise pas. D'après la monographie de URBAN, en effet, elle seule a une vaste répartition géographique : Amérique (Porto Rico, Jamaïque, Cuba...), Iles Seychelles et Maurice, Inde, Sikkim, Bornéo ; les onze autres, au contraire, sont uniquement américaines.

Source : MNHN, Paris

***

Les anaphases observées dans les tissus des quatre pieds du *Turnera ulmifolia* étudiés sont normales. L'une d'elles exceptionnellement présente deux chromosomes retardataires.

Arrivés aux pôles, les chromosomes se tassent en des masses fortement colorées où il est difficile de reconnaître leur individualité. Une membrane nucléaire ne tarde pas à se former autour d'elles. Sans doute le nucléole réapparaît-il également, mais il ne deviendra visible que lorsque le volume nucléaire aura suffisamment augmenté. Il est alors entouré de rubans chromatiques représentant chacun un chromosome. Pendant que le noyau continue á accroître son volume, on voit ces rubans s'allonger en même temps qu'ils deviennent plus grêles et plus pâles. Des régions encore bien chromatiques subsistent sur eux de place en place. Bientôt il n'en reste plus qu'une sur chacun d'eux ; se raccourcissant progressivement, elles prennent toutes des aspects de chromocentres. Le processus de déspiralisation des chromonémas, qui permet, semble-t-il, d'expliquer ce phénomène, se poursuit et le nucléole, généralement sphérique, se trouve entouré par un réseau de fins filaments traversant la caryolymphe et colorés d'un rose assez vif après la réaction de Feulgen. Ce réseau porte encore çà et lá quelques minuscules points chromatiques, à peine plus épais que lui et pouvant être considérés comme des chromocentres forts réduits. Ils ne peuvent être confondus en effet avec les trés nombreux points de croisement des filaments, qui sont toujours à la fois plus grêles et moins colorés qu'eux. Le *Turnera ulmifolia* aurait donc un noyau réticulé á chromocentres punctiformes.

La prophase commence par la réapparition progressive de chromocentres bien caractérisés, bientôt grossièrement ovoïdes, simultanée à la diminution de densité du réseau qui paraît se décolorer. Peu á peu les chromocentres se trouvent prolongés aux extrémités de leur grand axe par de longs lacets flexueux et pâles, qui se sont formés aux dépens du réseau. Ceux-ci vont se raccourcir pendant que les chromocentres deviennent des sortes d'arceaux colorés en rouge vif. Le phénomène se poursuivant donne naissance à des chromosomes encore en rubans, plus longs qu'à la métaphase, presque uniformément chromatiques. Puis ils subissent une contraction qui les fait apparaître courts et trapus ; leur section, jusqu'alors aplatie, devient grossiérement carrée. Ce moment est sans doute celui du clivage des chromosomes. Pendant qu'ils se rassemblent au niveau de l'équateur, les chromosomes prennent leur forme définitive.

Dans les tissus spécialisés ou âgés (tissus somatiques des boutons floraux, zones non méristématiques des racines), les noyaux quiescents ont un aspect qui rappelle celui des noyaux á la fin de la télophase ou au début de la prophase : sur un réseau peu dense et pâle se détachent des chromocentres de taille appréciable. Leur nombre semble varier suivant les tissus ; en effet, dans les cellules somatiques des boutons floraux on peut en observer de 15 à 20, tandis que dans certaines zones non méristématiques de la racine chaque noyau peut en présenter plus de 25.

Source . MNHN, Paris

***

Ainsi le *Turnera ulmifolia* possède 30 chromosomes somatiques se formant à partir d'un réseau chromatique à chromocentres punctiformes. Si l'on en juge d'après la composition de l'idiogramme, il paraît actuellement vraisemblable d'admettre que pour ce genre le nombre de base est x = 15. Relativement élevé, ce nombre pourrait n'être pas primitif. Seule une étude caryologique de plusieurs autres espèces nous éclairerait à ce sujet.

A ma connaissance, les seules autres Turneracées examinées par des caryologistes sont deux *Piriqueta* vivant en Floride (ce genre groupe une vingtaine d'espèces, la plupart américaines, quelques-unes sont de l'Afrique du Sud et de Madagascar) : W. H. Lewis, Stripling et Ross (1962) ont observé, au cours de la première division méiotique, 7 bivalents chez le *P. tomentosa* H.B.K., 6 bivalents et 2 univalents chez le *P. glabrescens* Small. Ici encore, il conviendrait de connaître d'autres nombres chromosomiques pour savoir si 7 est le seul nombre de base de ce genre.

Ces quelques renseignements, déjà insuffisants au niveau de la famille, ne permettent pas de juger valablement de l'éventuelle parenté des Turnéracées avec les Loasacées, bien que la caryologie de celles-ci soit relativement mieux connue. Cinq genres sur la quinzaine que cette famille rassemble ont été étudiés. Les noyaux appartiennent à deux types : le genre *Cajophora* possède des noyaux à chromocentres multiples et des chromosomes relativement gros et grands ; les genres *Gronovia*, *Blumenbachia*, *Mentzelia* et *Loasa* sont caractérisés par des noyaux euchromocentriques et des chromosomes plus petits (Hamel). Les dénombrements chromosomiques suggèrent l'existence de plusieurs nombres de base. Le *Gronovia scandens*, seule espèce du genre, a 76 chromosomes (x = 19), deux *Blumenbachia* ont 24 chromosomes se ressemblant beaucoup et l'on ne peut savoir actuellement si x = 6 ou 12 (Sugiura, Hamel), les *Cajophora rusbyana vel aff.* et *C. lateritia* ont $2n = 16$ et vraisemblablement x = 8 (Diers, Hamel) ; le genre *Loasa*, qui compte environ quatre-vingts espèces, a plusieurs nombres de base : x = 7 ou 14 puisque les *L. triphylla*, *L. vulcanica*, *L. poissoniana vel aff.*, *L. urens* ont 28 chromosomes (Diers, Hamel, Sugiura), x = 6 ou 12 puisque $2n = 24$ chez le *L. aurantiaca*, x = 10 car les *L. Erinus* et *L. hispida* ont d'après Sugiura, respectivement 10 et 30 chromosomes (ce dernier résultat est étonnant si l'on admet que les *L. urens* et *L. hispida* sont synonymes) ; il en est de même pour le genre *Mentzelia*, comptant une cinquantaine d'espèces, dont l'une est caractérisée par $2n = 20$, deux autres par $2n = 22$, huit par $2n = 18$, quatre par $2n = 36$, une par $2n = 54$, une par $2n = 72$ (série polyploïde de base 9), une enfin ayant $2n = 28$ (Diers, Hamel, Sugiura, Thompson et H. Lewis).

Pour le moment, donc, la caryologie n'apporte aucun argument nouveau permettant de confirmer ou d'infirmer l'existence de l'ordre des Loasales tel que l'a proposé Hutchinson.

Source : MNHN, Paris

## BIBLIOGRAPHIE


CANDOLLE (A. P. DE), 1828. — *Loaseae* et *Turneraceae in* CANDOLLE (A. P. DE) : *Prodromus syst. naturali regni veget.*, **3**, p. 339-344 et p. 345-348.

DIERS (L.), 1961. — Der Anteil an Polyploiden in den Vegetationsgürteln der WestKordillere Perus. *Zeits. f. Bot.*, **49**, p. 437-488.

ENGLER (A.), PRANTL (K.), 1894. — Die natürlichen Pflanzenfamilien, 1re édit., III, **6**, W. Engelman édit., Leipzig.

— 1925. — Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2e édit., **21**, W. Engelman édit., Leipzig.

GHOSH (R. B.), 1960. — Chromosome numbers of a few common dicotyledonous plants. *Curr. Sc.*, **29**, p. 232.

HAMEL (J.), 1938. — Les relations systématiques entre Loasacées et Bégoniacées se vérifient-elles du point de vue de la caryologie ? *Bull. Mus. Paris*, 2e sér., **10**, p. 643-650.

HUTCHINSON (J.), 1926. — The families of flowering plants, Dicotyledons, 1re édit., Macmillan édit., Londres.

— 1959. — The families of flowering plants, Dicotyledons, 2e édit., The Clarendon press édit., Oxford.

LEWIS (W. H.), STRIPLING (H. L.), ROSS (R. G.), 1962. — Chromosome numbers for some angiosperms of the southern United States and Mexico. *Rhodora*, **64**, p. 147-161.

SUGIURA (T.), 1931. — A list of chromosome numbers in angiospermous plants. *Tokyo bot. Mag.*, **45**, p. 353.

— 1936. — A list of chromosome numbers in angiospermous plants. II. *Proceed. imp. Acad. Tokyo*, **12**, p. 144-146.

— 1936. — Studies on the chromosome numbers in higher plants with special reference to cytokinesis. *Cytologia*, **7**, p. 544-595.

— 1937. — A list of chromosome numbers in angiospermous plants. III. *Tokyo bot. Mag.*, **51**, p. 425-426.

THOMPSON (H. J.), 1960. — A genetic approach to the taxonomy of *Mentzelia Lindleyi* and *M. crocea* (*Loasaceae*). *Brittonia*, **12**, p. 81-93.

THOMPSON (H. J.), LEWIS (H.), 1955. — Chromosome numbers in *Mentzelia*. *Madrono*, **13**, p. 102-107.

URBAN (I.), 1883. — Monographie der Familie der Turneraceen. *Jahrb. königl. bot. Gart. Berlin*, **2**, p. 1-152.

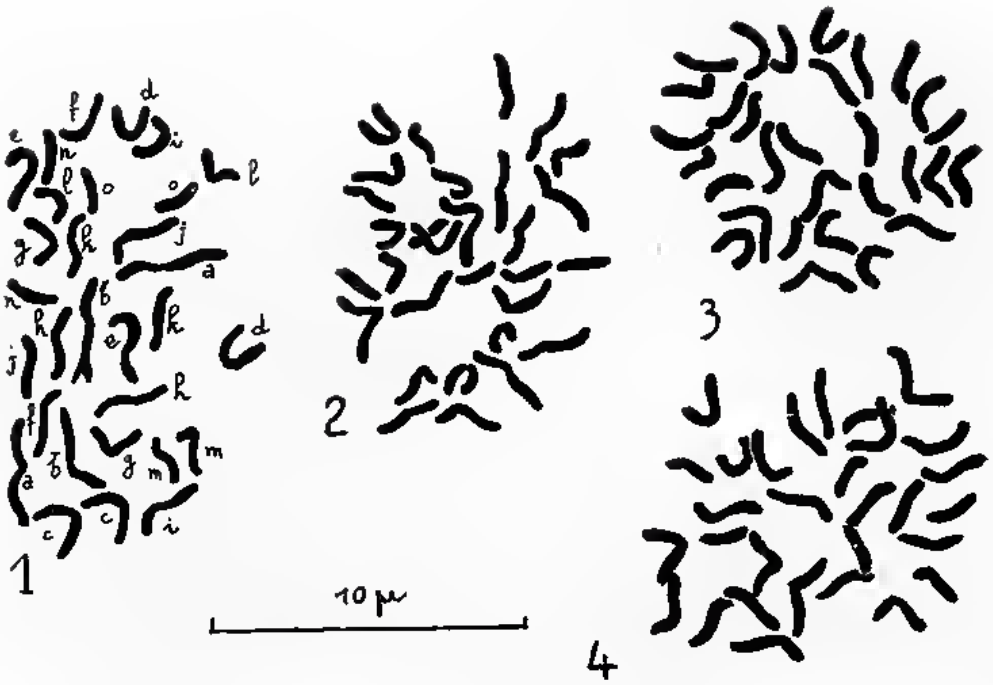
WETTSTEIN (R.), 1935. — Handbuch der systematischen Botanik, F. Deuticke édit., Vienne.

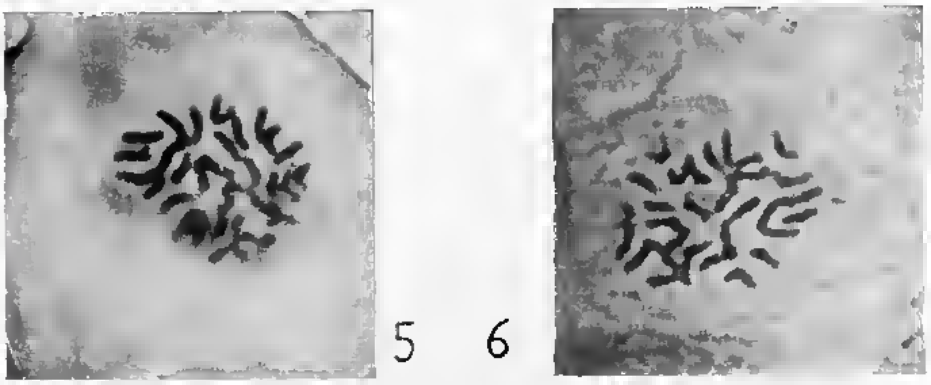

Source : MNHN, Paris

## PLANCHE I

Diverses plaques équatoriales du *Turnera ulmifolia* L. (les fig. 3 et 4 correspondent respectivement aux photographies 5 et 6 (grossissement environ 2 300).

Source . MNHN, Paris




ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. PARIS

Source : MNHN, Paris

Source . MNHN, Paris

# ÉTUDE CARYOLOGIQUE ET CYTO-TAXINOMIQUE DE QUELQUES BROMÉLIACÉES

(*avec les pl. II-III*)

par

H.-E. WEISS

Comme la caryologie et la cyto-taxinomie des Broméliacées ont été relativement peu étudiées, il a semblé intéressant de mettre à contribution les riches collections cultivées dans les serres du Muséum afin de faire un premier examen susceptible de définir quelques critères nouveaux, éventuellement utiles à l'établissement d'une meilleure classification de cette importante famille. Celle-ci, en effet, a été classée de diverses manières suivant les auteurs qui s'en occupèrent : Linné, de Jussieu, Lemaire, C. Koch, Morren, enfin Mez qui en fit la monographie dans le *Pflanzenreich* de Engler (1935). Les espèces ont souvent été rangées dans des genres différents, ce qui entraîne une synonymie complexe.

Il ne paraît pas vain, en commençant, de rappeler cette classification de Mez, qui semble actuellement être la plus naturelle. Ce faisant, il sera possible de situer à leur place respective les genres étudiés dans des publications antérieures (1).

Mez fonde sa classification sur des caractères tirés principalement des organes floraux :

Sous-famille I : Ovaire infère ; fruit : baie ; pollen de type variable : Bromelioideae

Tribu 1 : grains de pollen sans pore ni sillon. . . . . *Integrae*
Genres : *Fascicularia*, *Sincoraea*, *Cryptanthopsis*, *Greigia*, *Cryptanthus* *, *Bromelia* *

Tribu 2 : grains de pollen avec pores. . . . . *Poratae*
Sous-tribu a : tiges dimorphes. . . . . *Disteganthinae*
Genre : *Disteganthus* *
Sous-tribu b : tiges homomorphes, inflorescences cachées dans la rosette foliaire. . . . . *Nidulariinae*
Genres : *Aregelia* **, *Nidularium* **, *Canistrum* **
Sous-tribu c : tiges homomorphes ; inflorescences presque toujours portées par une tige hors des feuilles. . . . . *Aechmeinae*
Genres : *Andrea*, *Androlepis*, *Araeococcus*, *Hohenbergia*, *Wittmackia*, *Streptocalyx*, *Chevalieria*, *Ronnbergia*, *Acanthostachys* *, *Ananas* *, *Portea* **, *Gravisia*, *Aechmea* **, *Quesnelia*

(1) Les genres marqués d'une astérisque ont fait l'objet d'un travail caryologique ; ceux signalés par deux astérisques sont examinés ici.



Source . MNHN, Paris

Tribu 3 : grains de pollen avec sillon. . . . . *Sulcatae*
Genres : *Billbergia* **, *Neoglaziovia*, *Fernseea*, *Ochagavia*

Sous-famille II : ovaire semi-supère ou infère ; fruit : capsule ; graines ailées ou nues ; feuilles presque toujours épineuses. *Pitcairnioideae*

Tribu 4 : ovaire semi-supère, graines ailées des deux côtés. *Pitcairnieae*
Genres : *Brochinia*, *Bakerantha*, *Pitcairnia* **

Tribu 5 : ovaire supère, graines ailées. . . . . *Puyeae*
Genres : *Abromeitiella*, *Deuterocohnia*, *Puya* *, *Dyckia* *, *Cottendorfia*, *Lindmania* *, *Encholirion*, *Prionophyllum*, *Hechtia* *

Tribu 6 : ovaire supère, graines nues. . . . . *Navieae*
Genre : *Navia* *

Sous-famille III : ovaire supère, rarement semi-supère ; fruit : capsules, graines à longs appendices plumeux, feuilles sans épines marginales. . . . . *Tillandsioideae*

Tribu 7 : ovaire semi-supère. . . . . *Glomeropitcairniae*
Genre : *Glomeropitcairnia*

Tribu 8 : ovaire nettement supère . . . . . *Tillandsiae*
Genre : *Vriesea* **, *Thecophyllum*, *Calopsis*, *Tillandsia* **, *Cipuropsis*, *Sodiroa*, *Guzmania* *

Rappelons que la famille des Broméliacées est comprise dans un groupe naturel plus large, celui des *Farinosae*, lui-même divisé en six sous-ordres ; l'un deux, le troisième : celui des *Bromeliineae*, rassemble, à côté des Broméliacées, les deux petites familles des Thurmacées et des Rapatéacées.

Hutchinson (1959), dans sa classification phylétique, fait dériver toutes les Monocotylédones des Ranales. De cet ordre une lignée se différencie, celle des *Calyciflores*, caractérisée par un périanthe bisérié. A l'intérieur de cet ensemble complexe, il reconnaît une série qui, à partir des Butomales et des Alismatales dérivant l'une et l'autre des Ranales, comprend les Commelinales, d'où se détache un rameau constitué par les Broméliales, réduites aux seules Broméliacées, et par les Zingibérales qui représentent le « climax » de cette évolution. D'autre part, il estime nécessaire d'élever la tribu des *Navieae* au rang de sous-famille et la place à la base de sa classification des Broméliacées. Pour le reste de la famille, il garde le cadre proposé par Mez.

## HISTORIQUE

Si les Broméliacées ont fait l'objet d'un certain nombre de travaux cytologiques, deux auteurs seulement, Mme Doutreligne et Mlle Lindschau, en ont fait une étude suffisamment approfondie du point de vue caryologique et cytotaxinomique.

Le plus ancien mémoire spécialement consacré à une espèce de cette famille est dû à Billings (1904), qui traite essentiellement de la morphologie et de l'anatomie du *Tillandsia usneoides*.

Source : MNHN, Paris

L'auteur esquisse d'abord une étude biologique de la plante, puis décrit en détail les différents stades du développement du sac embryonnaire. Celui-ci, en l'occurrence, suit le mode caractéristique de la famille (qui est du type général des Dicotylédones, constituant ainsi une exception parmi les Monocotylédones). Billings signale, le premier, la très petite taille des chromosomes dont il fixe, pour l'espèce, le nombre haploïde à 16. Il entreprend ensuite une étude anatomique approfondie, sans intérêt ici, des différentes parties de la plante. Il est curieux de remarquer, á cette occasion, que nulle part dans cette étude descriptive détaillée il n'est fait mention de l'existence de raphides pourtant présentes dans l'espèce du même genre *Tillandsia variegata* étudiée ici et, d'une façon générale, caractéristique de toute la famille.

La présence, parmi les Broméliacées, du genre *Ananas* a été, d'autre part, á l'origine de nombreuses recherches, surtout génétiques il est vrai, de la part des savants de l'Université d'Hawaii.

En 1931, J.-L. Collins et K. R. Kerns étudient les jeunes anthères de sept variétés de l'*Ananas sativus* (Lindl.) Schult. f. (2) et donnent 25 comme nombre haploïde commun. Quant à la méiose, elle est simplement signalée comme étant trés régulière sauf quelques différences dans la taille finale des grains de pollen. Eux aussi insistent sur la petite taille des chromosomes et sur leur forme presque sphérique.

Auparavant, en 1921, Heilborn avait publié le chiffre de 75 chromosomes comme nombre diploïde d'un *Ananas sativus* aberrant. Il l'interprétait comme le résultat d'un croisement entre une espèce à 30 chromosomes et d'une à 45 en raison de la présence de 30 bivalents et de 15 univalents dans les plaques équatoriales.

Ayant découvert 6 plantes triploïdes à 75 chromosomes dans une population d'hybrides, Collins et Kerns estiment, au contraire, qu'il devrait en être de même pour l'espèce observée par Heilborn. Le nombre de base du genre serait donc 25 et non pas 15.

Les auteurs donnent ensuite quelques nombres chromosomiques reportés dans le tableau général.

En 1933, J.-L. Collins poursuit l'étude génétique de ces *Ananas* à 75 chromosomes et confirme leur nature triploïde. Il étudie leurs caractères morphologiques et physiologiques puis leur comportement cytologique à la méiose. Le rapprochement des chromosomes y est très irrégulier, donnant naissance à des trivalents, bivalents, univalents en nombre variable suivant le cas. L'étude plus détaillée des processus aberrants de la méiose n'offre pas grand intérêt ici et nous n'en rapporterons pas les étapes, d'ailleurs sommairement décrites.

Une autre étude génétique rapide est encore consacrée à ce sujet par ce même auteur en collaboration avec Kerns en 1935. En 1936, ils signalent pour la première fois l'obtention d'*Ananas* tétraploïdes.

Mises à part ces recherches sur les *Ananas*, qu'il convient de ne pas négliger

(2) A l'heure actuelle, il paraît préférable d'appeler cette espèce *Ananas comosus* (L.) Merrill (= *Bromelia comosa* L.).

Source : MNHN, Paris

en raison de l'importance économique de cette plante alimentaire, il faut citer, avant de passer aux travaux plus intéressants de Mlle LINDSCHAU et de Mme DOUTRELIGNE, les observations sommaires de H. MATSUURA et T. SUTO (1935) sur 4 Broméliacées. Ils qualifient à cette occasion les chromosomes somatiques du *Pitcairnia muscosa* Mart. de « representative of the smallest chromosome type hitherto known in higher plants ». Ils sont, d'autre part, en désaccord avec LINDSCHAU au sujet du nombre chromosomique du *Cryptanthus acaulis* Beer : ils le fixent à $n = 17$ alors que celle-lá estime que $2n = 36$. Nous verrons dans la discussion cytotaxinomique lequel de ces deux chiffres paraît, *a priori*, le plus vraisemblable.

C'est à Margarete LINDSCHAU (1933) que l'on doit la plus importante contribution cytotaxinomique á l'étude des Broméliacées. Elle a, en effet, effectué 46 dénombrements chromosomiques nouveaux intéressant les principaux genres de la famille.

Dans une premiére moitié de son travail elle commente ses résultats numériques tandis que dans la deuxième elle s'essaye á diverses mesures volumétriques sur la taille des noyaux.

La premiére partie comportant essentiellement une suite de nombres chromosomiques nous n'y insisterons pas, reportant toutes ces données sur le tableau général. Nous n'en relèverons que les caractéres originaux :

L'auteur ne peut que noter la petite taille des chromosomes et leur forme elliptique. Jamais ils ne laissent voir ou deviner le chromonéma dont ils sont théoriquement constitués ni leur constriction d'insertion.

Le nombre de base des *Pitcairnioideae* est vraisemblablement 25 d'après les dénombrements effectués. Cependant, note l'auteur, les Broméliacées sont des plantes de serres cultivées depuis fort longtemps et il est possible qu'elles soient assez hautement polyploïdes pour que 5 puisse être le nombre de base des Pitcairniées.

De même le nombre de base des *Tillandsioideae* semble être 8. Quant aux *Bromelia*, COLLINS et KERNS les ont jugés proches des *Ananas*. Leur nombre chromosomique est voisin de 100 mais une bonne plaque comportait 96 chromosomes. Auparavant, COLLINS et KERNS en avaient trouvé 48 en métaphase I. On peut donc, semble-t-il, les rapprocher, au contraire, des *Tillandsioideae*.

Chez l'*Aregelia microps*, bien que l'auteur n'ait compté que 124 chromosomes, le chiffre probable, reporté sur le tableau, est 126. Elle note à leur propos un fait qui se rencontre constamment dans les plaques métaphasiques des Broméliacées, á savoir la tendance des chromosomes á s'accoler étroitement de sorte que ces 126 chromosomes semblent ne former que 50 grosses unités.

De même chez l'*Aregelia coriacea*, et d'autres, qui posséde 54 chromosomes somatiques, les plaques de méiose n'indiquent que 25 chromosomes... mais un examen approfondi révéle que 2 d'entre eux sont doubles.

Sur ces faits d'accouplement secondaire LAWRENCE (1931) est cité pour en avoir fait une étude spéciale comportant la bibliographie de la question.

Les mêmes difficultés de comptage se notent également chez les Nidulariinées.

Source : MNHN, Paris

Parmi les *Aechmea*, qui tous ont 50 chromosomes, seul l'*A. hystrix* Morren en a 54. Mais, remarque LINDSCHAU, la position systématique de la plante est plutôt douteuse. Nous y reviendrons d'ailleurs.

Les *Billbergia* sont, á juste titre, rapprochés des *Aregelia* et *Nidularium* en raison de la similitude de leur comportement caryologique en métaphase.

Il résulte donc des dénombrements effectués, une conclusion qui s'impose, dés que l'on compare les divers nombres chromosomiques de la famille, c'est que 3 séries peuvent être établies :

1) Les *Bromelia* + les *Tillandsioidea* á nombre de base x = 8 ;
2) Les *Cryptanthus*, *Aregelia*, *Nidularium*, *Bilbergia* à x = 9 ;
3) Les *Camistrum*, *Aechmea*, *Acanthostachys*, *Ananas* á x = 25.

Ayant eu l'occasion, lors de l'étude de la méiose, d'observer la structure de l'assise tapétale des Broméliacées, LINDSCHAU en rapporte les principaux caractéres. Au début de la formation des cellules-mères, le tapis est fait de petites cellules á gros noyaux, puis les parois s'estompent et le tout constitue un ensemble plurinucléé. Les jeunes grains de pollen sont entourés de mucilage lequel ne tire pas son origine, comme le pensait TISCHLER, d'une liquéfaction des parois des cellules-méres mais plutôt d'une véritable activité glandulaire du tapis. Les cellules de celui-ci peuvent faire saillie dans la cavité anthéridiale mais n'émigrent pas à l'intérieur ; quand le pollen a achevé sa formation, l'assise tapétale reste rigoureusement périphérique.

Les conditions, rapportées ensuite, de la genése du gamétophyte, tant ♂ que ♀, dans la famille n'apportent guère de données nouvelles. Par contre, LINDSCHAU s'étend longuement sur une étude quantitative des rapports nucléaires :

KLIENEBERGER (1917) ayant émis l'hypothése d'un rapport précis entre le nombre chromosomique et la taille du noyau, LINDSCHAU essaye d'en éprouver la valeur sur les Broméliacées qui, justement, contiennent beaucoup d'espéces polyploïdes.

Les mensurations calculées en divisions de micromètre (1,25 μ) d'aprés la fréquence des tailles montrent d'abord qu'il existe, dans une même espéce, diverses catégories nucléaires dont le volume varie comme 1, 2, 4, 8.

De toute façon, ces estimations ne permettent pas de mettre en évidence un rapport net entre la taille des noyaux et le nombre chromosomique. Souvent même, une espéce polyploïde a un noyau de taille inférieure á celui de l'espèce diploïde correspondante ; l'individu lui-même est fréquemment plus petit ; il est difficile de préciser si une diminution de taille des chromosomes en est corrélative mais ce n'est pas impossible.

L'*Aregelia microps* cependant, avec 126 chromosomes, a des noyaux nettement plus volumineux que ceux de l'*Aregelia carolinae* á 54, celá serait dû à l'accroissement de volume des chromosomes. La taille de l'individu est par ailleurs inférieure à la moyenne.

Pour LINDSCHAU, d'autre part, on rencontre chez les Monocotylédones des tailles nucléaires variables qui dérivent toutes d'une catégorie, dite de base, selon l'hypothétique théorie de la division de « protomères ». En effet, les mesures effectuées montrent que les noyaux des Broméliacées doublent rythmiquement de volume à partir d'une catégorie minimum.

Source : MNHN, Paris

Des nombreuses mensurations de LINDSCHAU, il découle que si la plus petite catégorie dans le méristème correspond à 1 divisions de micromètre (noyau $K_1$) on peut trouver ailleurs des volumes doublés entre eux ($K_2$ et $K_3$), tandis que les noyaux quiescents sont curieusement moitié moins volumineux que la catégorie de base du méristème ($K_1/_2$). Cette taille inférieure ne peut s'interpréter qu'en fonction de considérations sur le rapport nucléoplasmique.

Quand on observe un même organe, la feuille par exemple, considéré dans trois genres différents, on constate d'autre part que les catégories nucléaires dominantes sont les mêmes dans chacun des tissus constitutifs ; ainsi, chez les trois formes, les noyaux $K_1/_2$ sont les plus fréquents dans l'épiderme et $K_2$ dans le tissu assimilateur, la seule conclusion qui ressorte donc assez nettement de toutes ces évaluations est le doublement rythmique du volume nucléaire, de l'existence de différentes catégories volumétriques plus ou moins localisées en des parties différentes de la plante.

En 1910, Soeur J. DOUTRELIGNE publie un Mémoire intitulé : « Les divers types de structure nucléaire et de mitose somatique chez les Phanérogames » dans lequel elle étudie, entre autres, plusieurs Broméliacées d'un point de vue surtout caryologique.

En raison des divergences qui apparaîtront entre ses interprétations et les nôtres, il est intéressant de noter dès maintenant que les techniques qu'elle utilise à cet effet sont différentes de celles employées dans ce travail. Mme DOUTRELIGNE fait ses fixations au moyen du liquide de Benda ou de Regaud (et non de Helly ou de Nawashin) et ses colorations essentiellement à l'hématoxyline et selon la technique de Feulgen.

Pour les Broméliacées, elle décrit un seul cycle de la mitose, estimant à juste titre que les différences entre espèces sont, à cet égard, minimes.

Après avoir signalé l'existence possible d'un micronucléole dans le noyau interphasique, l'auteur écrit : « ... le corps achromatique apparaît parfaitement homogène, c'est-à-dire qu'on n'y décèle aucune organisation réticulée ou filamenteuse... » ce qui ne veut pas dire, ajoute-t-elle, cependant, que cela implique l'inexistence de toute structure. Au contraire, remarquant l'absence d'auréole autour des euchromocentres dans les noyaux mal fixés, DOUTRELIGNE écrit : « ... ce qui indique que les euchromocentres ne plongent pas librement dans la substance du fond mais sont organiquement reliés au corps achromatique ».

Les observations du présent travail amènent effectivement à la conclusion que les noyaux quiescents des Broméliacées sont réticulés.

L'auteur note ensuite que ces euchromocentres prophasiques, très petits, sont toujours logés à la périphérie du noyau. Au cours de comptages, elle obtient « des chiffres parfois voisins du nombre diploïde mais toujours inférieurs à ce nombre ».

*Prophase.* — Les euchromocentres, seuls présents, après avoir grossi, se prolongent, suivant l'auteur, de filaments rectilignes donnant à ce stade chez *Billbergia* « des figures très claires de division longitudinale ».

La chromatinisation de ces prolongements aboutirait ensuite à la for-

Source : MNHN, Paris

mation de cordons allongés qui, plus tard se raccourciraient et s'épaissiraient. Malgré ce fait l'auteur refuse de qualifier, ainsi que l'ont fait LINDSCHAU et MATSUURA et SUTO, les chromosomes métaphasiques de « sphériques ou ovoïdes » et tient á leur conserver le titre de « bâtonnets ». « Quant au nucléole, il persiste jusqu'au moment de l'apparition des calottes polaires (3) » et disparaît.

*Métaphase.* — Elle est du type normal, très régulière. La constriction médiane du chromosome, nette en prophase, s'estompe et disparaît « curieusement ».

*Anaphase.* — Les chromosomes anaphasiques sont en V et portent un renflement en massue sur une de leurs branches seulement — détail invisible d'ailleurs avec la coloration au Feulgen ajoute l'auteur.

Quant au fuseau il apparaît, aprés traitement, par le Benda ou le Regaud, d'une « homogénéité parfaite ».

*Télophase et repos.* — L'auteur ne s'attarde pas á préciser les détails de la télophase.

Elle compare ensuite un noyau au repos définitif et un noyau interphasique. Les seules différences notées « portent sur le volume des euchromocentres, beaucoup plus volumineux dans le noyau au repos tandis que le volume total du noyau et surtout celui du nucléole y sont notablement plus petits ».

Cette absence de mention de toute structure réticulée, pourtant caractérisée sur nos préparations, ne peut s'expliquer que de deux manières : ou par une erreur d'observation ou, plus probablement, par l'obtention d'images réellement différentes en raison de l'utilisation de fixateurs différents.

Cette idée s'accorde avec les résultats expérimentaux obtenus par C. DELAY qui ont amené cet auteur, en 1949, á ranger précisément le Regaud parmi les fixateurs « homogénéisants ».

Mais de tels écarts sont particulièrement troublants car ils conduisent à ranger tantôt dans les noyaux réticulés, tantôt dans les noyaux aréticulés une même structure c'est-á-dire à la mettre aux deux extrêmes de la classification caryologique suivant les techniques employées.

Considérant les noyaux quiescents (4), Mme DOUTRELIGNE en vient alors à se demander si l'augmentation de taille des chromocentres dans le noyau au repos est égale à la diminution corrélative du nucléole, le tout étant accompagné de celle du noyau lui-même. Des mensurations l'amènent á conclure d'une part que les volumes nucléolaire et nucléaire dans les deux cas sont du même ordre et, d'autre part, qu'il n'existe pas de rapport volumétrique précis entre ce que « perd » le nucléole et ce que « gagnent » les

(3) Nous ne les avons jamais observées dans nos préparations.

(4) Après l'exposé de nos conceptions il apparaîtra évident que les termes de « noyau quiescent » et « noyau interphasique » ne représentent pas tos mêmes états dans les deux séries de travaux.

Source : MNHN, Paris

euchromocentres. Ceux-ci ne tirent donc pas directement leur substance de celui-là, comme on pouvait l'imaginer.

Rappelant que ces observations sur le nombre des euchromocentres, souvent inférieur à celui des chromosomes, présentent une certaine généralité et ont été signalés par de nombreux chercheurs (bien que parfois les deux chiffres soient égaux), DOUTRELIGNE envisage quatre hypothèses pour expliquer cette importante constatation :

« 1° Les euchromocentres, ou certains d'entre eux, se divisent au cours de la prophase.

« 2° Certains euchromocentres sont étroitement groupés ou accolés en interphase et se séparent en prophase avant d'évoluer directement en chromosomes.

« 3° Certains euchromocentres se forment *de novo* en prophase pour évoluer directement en chromosomes.

« 4° Certains euchromocentres, par suite de leur petitesse, perdent totalement ou presque leur chromaticité en interphase et, de ce fait, échappent pratiquement à la numération. »

L'auteur estimant la troisième hypothèse « pour vraisemblable » admet la quatrième qui se justifierait par la taille effectivement petite des euchromocentres.

Pour accepter une des deux premières hypothèses il aurait fallu en effet, note-t-elle, observer des aspects transitionnels de clivage ou de dédoublement de chromocentres, que, pour sa part, elle n'a jamais relevé.

Le présent travail, au contraire, contribue à montrer que de tels aspects existent chez les Broméliacées de façon constante.

Pour terminer, l'auteur émet une théorie originale sur la formation du nucléole à la télophase qu'elle fait dériver d'une substance accolée aux chromosomes anaphasiques et dont l'origine serait peut-être fusoriale.

Signalons enfin qu'en 1961 DIERS a compté 50 chromosomes somatiques chez le *Puya cardenasii* L. B. Smith.

## RECHERCHES PERSONNELLES

### MATERIEL ET TECHNIQUES

La mitose somatique a été étudiée dans les méristèmes radiculaires ou plus rarement dans les tissus de l'ovaire. Les racines ont été prélevées de préférence par des matinées ensoleillées, sur des plantes en pots cultivées dans les serres du Muséum. Contrairement aux remarques de LINDSCHAU, aucune difficulté n'a été rencontrée dans la mise en évidence des mitoses.

Treize espèces ont été examinées qui ne l'avaient jamais été de ce point de vue, et en particulier une du genre *Portea* pour lequel aucune donnée caryologique n'était connue. Ce sont :

Source : MNHN, Paris

| | *Origine* |
|---|---|
| *Aregelia spectabilis* Moore | Brésil |
| — *sarmentosa* (Regel) Mez | — |
| — *princeps* (Bak.) Mez | — |
| *Nidularium angustifolium* Ule | — |
| *Canistrum aurantiacum* Morr. | — |
| — *amazonicum* (Linden et André) Mez | — |
| *Portea kermesina* Brong. | — |
| *Aechmea candida* Morr. | — |
| *Billbergia Saundersii* Hort. ex C. Koch | — |
| — *iridifolia* (Nees et Mart.) Lindl. | — |
| *Pitcairnia integrifolia* Gawl. | Antilles |
| *Vriesea splendens* (Brongn.) Lem. | Guyane |
| *Tillandsia variegata* Schlechtend. | Mexique |

Le matériel a été fixé au moyen des liquides de Helly ou de Nawashin (modifié par Karpechenko). Les coupes longitudinales et transversales ont été faites à 6 µ.

L'hématoxyline de Heidenhain n'a été que rarement utilisée pour les colorations car elle présente le défaut de trop empâter les images, (ou, inversement, insuffisamment suivant les cas) et de colorer également le chondriome, ce qui, vue la taille des chromosomes dans les plantes étudiées, peut conduire à des erreurs d'interprétation. Aussi est-ce la technique nucléale de Feulgen qui a été employée de préférence avec, pour contraster, le vert lumière.

D'autres coupes furent traitées au violet-cristal (méthode Clausen-Oehlkers). Cette méthode, rapide, donne des résultats souvent excellents mais d'inégale valeur. Elle est, en outre, inapplicable après fixation au liquide de Helly.

## RÉSULTATS

Le cycle de la mitose des Broméliacées est d'une remarquable homogénéité dans la famille. Aussi, décrira-t-on d'abord une espèce prise comme type, le *Pitcairnia integrifolia* Mez en donnant le maximum de détails à son sujet. On considérera ensuite le type du *Vriesea splendens* Brongniart qui s'en distingue par certains caractères. Puis les différentes espèces étudiées seront successivement passées en revue plus rapidement.

### 1° ÉTUDE DÉTAILLÉE D'UNE BROMÉLIACÉE TYPE : LE *PITCAIRNIA INTEGRIFOLIA* GAWL.

#### Anatomie et morphologie.

Les racines de cette espèce présentent une anatomie voisine de celle que l'on retrouve chez les autres Broméliacées. Le caractère le plus apparent réside dans l'existence d'une assise corticale périphérique aux cellules très



Source : MNHN, Paris

aplaties horizontalement qui, en coupe transversale, présentent des noyaux volumineux parce qu'aplatis eux-mêmes et se prêtent ainsi particulièrement bien à une étude caryologique.

Cet aplatissement explique que l'assise paraisse posséder plusieurs noyaux par cellule. En fait chacune est uninucléée ainsi que le montrent les coupes longitudinales.

Plus intérieurement on observe une écorce externe aux cellules plus vacuolisées surtout dans les régions inférieures. Vient ensuite une écorce interne dont les cellules rayonnent autour de l'endoderme : mais il ne s'agit pas d'une croissance secondaire : ces rayons proviennent d'initiales tout à fait supérieures dont la prolifération donne ces travées régulières. Le cylindre central est constitué de cellules plus fortement chromatiques et allongées longitudinalement.

L'écorce externe du *Pitcairnia integrifolia* est, dès les régions voisines du méristème, caractérisée par ses paquets de raphides mesurant ici 17 μ × 9 μ ; 19 μ × 8 μ, etc... Un volume commun les caractérise donc approximativement. Il sera plus intéressant d'y revenir ainsi que sur leur mode de formation au cours de l'étude d'espèces plus favorables.

### Les noyaux quiescents.

Au repos, le noyau, tel qu'on l'observe en des régions éloignées du méristème, est typiquement réticulé : sa taille varie autour de 6 × 7 μ. Le réseau, bien qu'assez pâle et ténu y est nettement visible et dense. Sa chromaticité est faible, d'autant plus qu'à cet état il n'y a pratiquement pas de chromocentres. Tout au plus, dans certains noyaux, en observe-t-on quelques-uns, en nombre impossible à préciser car ils se confondent avec le réseau dont ils ne constituent que des différenciations plus chromatiques.

Il existe généralement un seul nucléole, volumineux (plus de 2 μ de diamètre). Parfois, plus fréquemment peut-être que dans les noyaux en activité, il y en a deux. Aucun micronucléole n'est visible. Certains nucléoles sont elliptiques, voire très allongés et très généralement, ils sont structurés, ce qui est, d'ailleurs, habituel chez les Broméliacées. Ils renferment, en effet, de 1 à 5 éléments, parfois très réfringents, et qui deviennent opaques en changeant la mise au point (ce qui pourrait indiquer une nature cristalline plutôt que vacuolaire ?). Les corpuscules sont visibles jusqu'à la fin de la prophase (Pl. II, fig. 1).

A un autre point de vue, il semble qu'à une différenciation donnée correspondе, sinon une structure, du moins une allure caryologique propre.

C'est ainsi qu'au centre du cylindre central, dans la région qui donnera la moelle, on observe une grosse cellule à cytoplasme abondant dont le noyau, volumineux, est très différent de celui des cellules environnantes.

La chromatine y est très pâle, les chromocentres peu nombreux, le nucléole énorme et très chromophile. L'aspect général rappelle celui d'une oosphère au repos.

Par contre, les noyaux du cylindre central dans sa partie distale sont toujours très chromatiques et notamment les chromocentres. Ceci pourrait

Source : MNHN, Paris

être en rapport avec une forte hydratation car le même phénomène se retrouve dans les cellules tout à fait périphériques.

De toute façon ces noyaux quiescents présentent tous un réticulum net ; il n'y a pratiquement pas de chromocentres différenciés : suivant la classification de C. DELAY, ils sont « réticulés » (5). Cette description ne correspond absolument pas à celle de DOUTRELIGNE pour qui ces noyaux quiescents sont « aréticulés euchromocentriques », les euchromocentres étant même alors plus volumineux qu'en interphase.

INTERPHASE ET PROPHASE.

Les noyaux interphasiques diffèrent peu dans leur aspect des noyaux quiescents. Ils sont caractérisés par la présence, sur le réseau, de plus nombreux chromocentres. Leur nombre est variable et d'autant plus élevé que la prophase s'approche davantage (Pl. 11, fig. 2).

1. Au début de la prophase certains chromocentres, devenant plus chromatiques et plus volumineux, apparaissent disposés par paires, avec accolement plus ou moins marqué. Le réseau est encore très nettement visible.

A côté de ces couples caractéristiques et relativement peu nombreux à un moment donné, les autres chromocentres demeurent isolés. Mais, moins colorés, il est probable qu'ils sont à un stade d'évolution différent et que certains d'entre eux, au moins, donneront naissance à des couples (fig. 3) car il est bien évident que les différents constituants nucléaires ne subissent pas une évolution parfaitement synchrone pendant la prophase.

Il est difficile toutefois de préciser l'origine comme la signification de ces paires de chromocentres. Représentent-elles un réel clivage (ou un dédoublement) d'un chromocentre interphasique, comme leur aspect identique et leur contiguité intime le suggèrent fortement, chacun en donnant deux ? Ou simplement s'agit-il de la différenciation et de l'individualisation (soulignée par une chromaticité supérieure) de nouveaux chromocentres par contraction du dolichonéma déroulé durant la télophase-interphase... individualisation immédiatement suivie d'un intime rapprochement ? Il serait prématuré de le préciser.

2. A cette première image prophasique, vraisemblablement brève, en succède une autre : elle s'observe dans des noyaux plus volumineux dont le réseau est moins visible. Il en reste cependant quelques travées. Les couples précédemment décrits ressortent ainsi davantage mais, maintenant, leurs constituants se sont écartés l'un de l'autre. Chacun d'eux, encore de petite taille mais très chromatique, se tient en effet à l'une des extrémités d'un cordon achromatique qui les unit. Ce cordon de longueur variable mesure en général un peu plus de 1 μ soit 2 à 3 fois la longueur des chromocentres élémentaires. Cette image semble correspondre assez bien à celle, souvent décrite dans les noyaux à chromocentres, sous le terme de « stade en haltère ».

(5) Avec les réserves qui s'imposeront quant à la taille des chromosomes.

Source : MNHN, Paris

Ces ensembles ayant la signification des chromocentres doubles sont allongés et suspendus dans la caryolymphe, reliés éventuellement par des restes de réseau, en même temps, rappelons-le, que subsistent quelques chromocentres apparemment simple (Pl. II, fig. 4).

3. Rapidement, cependant, les parties distales chromatiques convergent l'une vers l'autre, la matière colorée paraissant s'écouler dans le cordon achromatique qui devient à son tour rose, les extrémités le restant toutefois davantage. On aboutit ainsi à un noyau pratiquement sans réseau qui contient un certain nombre de cordons plus chromatiques de 1 μ dont les parties terminales sont un peu plus colorées que le centre. Ceci semble correspondre aux descriptions de DOUTRELIGNE, mais cet auteur les interprète différemment. Partant, comme on sait, d'un noyau euchromocentrique, elle considère en effet cette figure comme représentant la poussée de « filaments rectilignes » sur les euchromocentres originels, la partie moins colorée constituant, selon elle, la « constriction d'insertion » de l'euchromocentre.

Cette interprétation n'est pas acceptable quand on connaît l'origine et surtout le devenir de telles formations.

4. En effet la concentration déjà amorcée s'intensifie progressivement dans un fond achromatique où seul le nucléole, devenu même plus volumineux (plus de 3 μ de diamètre), persiste. Le noyau lui aussi a augmenté de taille, mais de façon peu sensible encore. Cette concentration accompagnée d'un raccourcissement et d'une chromaticité accrue aboutit à donner l'aspect caractéristique d'une prophase évoluée de Broméliacée.

Dans le fond clair, les masses chromatiques, plus ou moins allongées sont assez nombreuses, environ 25 ici, mais un examen plus approfondi montre toujours que la plupart ont une nature double marquée par une constriction (6) (Pl. II, fig. 5).

Comme le remarque DOUTRELIGNE, le nombre de ces masses chromocentriques (7) est toujours inférieur de façon notable au nombre chromosomique de l'espèce. En effet, elle compte un maximum de 34 éléments pour un *Pitcairnia* à 50 chromosomes métaphasiques. Ce chiffre n'est qu'un maximum car d'autres numérations conduisent à des nombres variant entre 26 et 34. En fait, dans des prophases très évoluées on peut même arriver jusqu'à 40 masses chromatiques.

(6) Il ne peut s'agir d'une constriction d'insertion pour plusieurs raisons :

— L'apparition par paires *parallèles* des chromocentres au début de la prophase.

— Dans certaines espèces on peut voir ces cordons nettement constitués de 3 chromocentres successifs, ou davantage : Or, il ne peut y avoir 2 constrictions d'insertion à la fois (Pl. II, fig. 1).

— La partie centrale moins colorée représente parfois plus du tiers de la longueur du cordon, ce qui semble beaucoup dans une hypothèse telle que celle de DOUTRELIGNE.

— L'augmentation du nombre des chromocentres au cours de la prophase indiquera ainsi que les clivages observés qu'il y a bien division à partir de cette constriction.

— Il n'y a pas de constriction en métaphase.

(7) Pour cet auteur de telles numérations correspondent à des noyaux *interphasiques*. Mais les dessins et les descriptions qu'elle donne montrent à l'évidence qu'en fait ces « euchromocentres interphasiques » correspondent à nos « masses chromocentriques » prophasiques.

Source : MNHN, Paris

Or, une telle variabilité s'explique aisément quand on connaît les stades suivants de la prophase. En effet, on peut alors observer des dédoublements, définitifs cette fois, de ces masses chromatiques, ce qui confirme, si l'on peut dire, leur nature double fondamentale, dédoublements qui aboutissent à multiplier les chromocentres et à donner les chiffres intermédiaires observés. Des figures transitionnelles nombreuses de ce clivage s'observent en effet assez fréquemment dans les noyaux prophasiques.

Ils consistent en une séparation de plus en plus prononcée des deux extrémités de la masse chromatique en même temps que chacune prend la forme de chromosome en s'allongeant parallèlement. Il est probable toutefois que toutes les figures représentant cet état ne correspondent pas à un clivage en formation mais que certaines résultent de rapprochements secondaires entre chromosomes homologues. Il n'en reste pas moins vrai que les aspects transitionnels de la séparation sont indubitables. Remarquons d'ailleurs que le nombre minimum de chromocentres prophasiques est voisin de 25, c'est-á-dire de la moitié du nombre somatique de l'espèce.

Lorsque la prophase est sur le point de s'achever, il existe ainsi un nombre élevé de masses chromatiques dont plusieurs sont disposées par couples indiquant un récent clivage, sur un fond opalescent incolore. Le volume du noyau durant toute cette évolution avait sensiblement augmenté (de $6 \times 7$ µ jusqu'á $9 \times 7$ µ au maximum) et le nucléole était resté présent plus volumineux qu'au début, avec ses différenciations structurales caractéristiques.

Comme le souligne Doutreligne, les euchromocentres sont souvent accolés á la membrane nucléaire en fin de prophase. Cependant au début, tout au moins, ils semblent pouvoir baigner librement dans la caryolymphe.

Afin de simplifier l'exposé, nous avons négligé de tenir compte de l'existence possible d'un mégachromocentre prophasique mais son existence n'étant pas rigoureusement constante nous n'y insisterons pas.

Remarquons pour terminer que, malgré ces clivages, il n'a jamais été observé de prophases comptant 50 chromosomes. Il est vraisemblable que les ultimes dédoublements sont extrêmement tardifs et qu'ils s'effectuent en prémétaphase ou même au début de la métaphase.

### Métaphase.

C'est en prémétaphase que les chromosomes ont acquis leur extrême chromaticité, encore plus marquée que dans les fins de prophase.

Le nucléole est toujours absent de la plaque équatoriale. La taille des chromosomes est de $0{,}6 \times 0{,}3$ µ pour les plus grands et de 1/5 de µ pour les plus petits. Comme le constate Doutreligne, on ne peut qualifier les premiers de sphériques ; ils sont plutôt elliptiques. Toutefois, les plus petits sont nettement punctiformes. En outre la séparation des chromosomes n'est pas toujours parfaite et des sortes de ponts chromatiques peuvent les relier. Ceci nous confirme dans l'idée que les derniers dédoublements sont extrêmement tardifs.

Toutefois le nombre somatique du *Pitcairnia integrifolia* a été fixé à

Source : MNHN, Paris

$2n = 50$, chiffre correspondant à ceux précédemment trouvés dans le genre par LINDSCHAU, TAYLOR, et MATSUURA et SUTO (P. II, fig. 6).

Observés de profil à ses débuts la métaphase offre l'image d'une ligne colorée intensément sans fuseau visible. Seule, une opalescence diffuse (ressemblant à la caryolymphe prophasique) entoure cette ligne. Mais cependant, plus tard, une différenciation des fibrilles fusoriales se reconnaît aisément ; quoique très fine, cette structure est indubitable surtout aux alentours de la plaque. Elle correspond d'ailleurs davantage á une orientation des réfringences qu'á un fuseau défini (fig. 7). DOUTRELIGNE, cependant, niait l'existence de ces fibrilles probablement á cause de l'emploi de fixateurs différents.

D'autre part, ni asters, ni calottes polaires n'ont jamais été observés.

ANAPHASE.

Les chromosomes métaphasiques se clivent suivant toute leur longueur donnant naissance à deux ensembles chromosomiques qui se dirigent chacun vers l'un des pôles du fuseau. Observée en vue polaire une telle plaque frappe par la dimension minuscule des chromosomes qui, alors, sont tous d'une taille avoisinant le 1/5 de μ. Ils sont en outre moins intensément colorés que les chromosomes métaphasiques de sorte que leur aspect général les rapproche davantage des chromocentres interphasiques que des chromosomes typiques (Pl. II, fig. 8).

En vue de profil, le fuseau apparaît nettement avec ses fibres fusoriales. Lors de la montée aux pôles, les chromosomes ne présentent pas, et pour cause, l'aspect en U indiqué par Mme DOUTRELIGNE. Ils sont ponctiformes, même en vue latérale. Ils sont d'ailleurs généralement confondus en une ligne colorée, où les détails n'apparaissent pas. Aussi, est-il impossible de confirmer ou de réfuter les vues de DOUTRELIGNE décrivant une des deux branches « du U » terminée en massue. La taille déjá suffisamment petite des chromosomes ne permet pas en effet une telle précision. Il est vrai que l'auteur indique que ces détails, visibles á l'hématoxyline, ne le sont pas avec le Feulgen.

TÉLOPHASE.

A leur arrivée aux pôles, les deux noyaux télophasiques sont distants de 7,7 μ environ, ce qui correspond á la taille d'un noyau prophasique. Dans le cylindre central où les cellules sont plus allongées, on constate également que le fuseau, lui aussi, est plus allongé.

Le noyau télophasique nouvellement formé constitue une masse intensément colorée où les détails sont très difficilement visibles. Il mesure alors environ 3 × 2 μ. Le caryolemme apparaît rapidement et le noyau augmente de volume. Les chromosomes sont trés chromophiles, plus, semble-t-il, qu'en anaphase. Puis, petit á petit, la caryolymphe se forme et les écarte. Bientôt un espace plus clair marque l'emplacement du futur nucléole, car, á la différence d'autres espèces, chez le *Pitcairnia integrifolia*, il ne s'en forme qu'un. Celui-ci est, dès le début, reconnaissable á ses corpuscules réfringents

Source : MNHN, Paris

qui se confirment donc par leur constance remarquable en être un constituant important. Ils apparaissent symétriquement dans les 2 noyaux-fils.

Le volume nucléaire augmentant toujours rapidement, on constate ensuite que les chromosomes sont unis par d'épais cordons chromatiques qui constituent le début du réseau. Celui-ci est cependant plus épais qu'en prophase et offre à ce stade un aspect veiné caractéristique (Pl. 11, fig. 9). Par accroissement de taille et dilution de la chromatine, on se rapproche ainsi progressivement d'un état analogue à l'interphase et qui n'en diffère que par la taille plus réduite. Une étape est encore à franchir cependant, au cours de laquelle on observe que plusieurs chromosomes, dont la taille est celle des chromocentres minuscules, se groupent par deux. Cette figure caractéristique représente un rapprochement des chromosomes télophasiques donnant naissance à des chromocentres vrais, moins nombreux, épars sur le réseau (1-10). Lorsque ceux-ci sont formés, alors seulement le noyau entre en interphase.

Cette fusion, plus ou moins prononcée, permet de comprendre l'apparent « clivage » que l'on observera peu après en prophase débutante. Celui-ci, en effet, aura pour effet de séparer à nouveau les prechromosomes ici réunis.

Lors du passage d'un noyau à l'état quiescent, les images sont les mêmes mais les chromocentres perdent presque totalement leur individualité ce qui peut être interprété comme une despiralisation du dolichonéma.

## 2° MITOSE DE *VRIESEA SPLENDENS* (BRONGN.) LEMAIRE

Cette espèce, prise comme type des *Tillandsioideae*, de structure caryologique un peu particulière dans la famille, suit toutefois des modalités d'évolution nucléaire analogues à celles qui viennent d'être décrites. De ce point de vue, elle ne se distingue finalement des autres espèces que par une chromaticité beaucoup plus marquée corrélative à l'existence de chromosomes de taille plus grande. Cependant l'allure générale en est suffisamment différente à première vue pour justifier qu'on la considère à part.

Les racines étudiées ont un diamètre notablement plus petit que chez le *Pitcairnia integrifolia* et leur morphologie est un peu différente. Les raphides aussi sont de taille très supérieure : 40 × 11 μ ; 44 × 8 μ. Leur origine a pu être suivie dans ses grandes lignes ; les premières raphides apparaissent très tôt, souvent dans le méristème lui-même. Elles sont localisées à des régions à peu près définies de l'écorce et leur orientation est généralement longitudinale. Ce sont des formations intravacuolaires et dans leur stade jeune on peut voir le noyau qui ne présente aucune différenciation notable par rapport à ses voisins, aplati dans le protoplasme par la poussée de la vacuole volumineuse. Puis apparaît une substance informe, réfringente, faisant penser à de la gomme, dont l'origine précise n'a pu être suivie exactement mais qui, vraisemblablement, est un précipité vacuolaire.

Dans un stade plus avancé, cette substance prend une forme plus parallélépipédique et intérieurement se dessinent les prismes-unités d'oxalate donnant à l'ensemble l'aspect d'un treillis réfringent. Puis la forme défini-

Source : MNHN, Paris

tive s'établit progressivement tandis que la partie vivante, protoplasme et noyau, s'estompe et disparaît et que la poche à raphides s'accroît.

Noyau quiescent.

Comme dans l'exemple précédent, le noyau au repos est réticulé avec peu de chromocentres. Le réticulum, toutefois, coloré ici par le violet-cristal, est très bien marqué, intensément coloré, dense et est donc nettement du type *Allium*.

Il n'y a pas de différenciation caractérisée de cellule initiale de la moelle. Par contre, celles de la coiffe et du cylindre central ont leur aspect particulier décrit précédemment. La taille moyenne du noyau quiescent est de 7 × 7 μ. Il contient un nucléole assez volumineux (plus de 2 μ de diamètre) qui la plupart du temps est disposé, non pas au centre, mais à la périphérie, contre la membrane nucléaire. Des vacuoles et formations cristallines peuvent y être observées. Souvent d'ailleurs ce sont deux nucléoles, rarement trois que l'on rencontre. On peut rapprocher cette constatation du fait que l'on a affaire à une espèce hexaploïde.

Noyau interphasique.

Leur aspect est tout à fait caractéristique et on peut, sans difficulté, les distinguer aussi bien des noyaux au repos que de ceux en prophase. On les trouve essentiellement dans la zone méristématique, très peu ailleurs, et leur taille est plutôt inférieure à celle des noyaux au repos (6,5 × 4,5 μ).

Le réseau est moins marqué que dans l'état quiescent. La plus grande partie de la chromatine y est concentrée dans 8 chromocentres assez importants (plus de 1 μ) et très fortement colorés. Ce nombre, qui constitue le minimum observé, est intéressant, car il présente justement le nombre de base de l'espèce. Il semblerait donc que dans le noyau interphasique le matériel chromatinien de tous les chromosomes homologues des 6 génomes se soit rassemblé dans chacun des 8 chromocentres (Pl. II, fig. 11).

Prophase.

Le déroulement de la mitose chez le *Vriesea splendens* et le *Pitcairnia integrifolia* est comparable dans ses grandes lignes ; il existe cependant des différences de détail caractéristiques des deux espèces. De plus, deux modes un peu différents d'évolution peuvent se reconnaître chez le *Vriesea splendens* selon que le noyau que l'on observe est situé dans une zone où les phénomènes caryologiques sont très intenses ou bien, le méristème proprement dit étant plus éloigné, dans une zone où les divisions nucléaires sont plus sporadiques.

1. Dans ce dernier cas se différencient en effet peu à peu du réticulum, nettement marqué alors, des cordons chromatiques allongés, flexueux. Leur individualisation est extrêmement progressive et est corrélative d'une notable augmentation de volume du noyau et du nucléole. Ces cordons sont hétérogènes c'est-à-dire qu'ils sont constitués de parties élémentaires juxtaposées. De plus, conservant initialement des liens avec les restes de

Source : MNHN, Paris

réseau leur forme n'est pas parfaitement définie et plusieurs même peuvent être entremêlés.

Cette hétérogénéité de structure conduit à penser qu'ils représentent une partie du réseau dérivant de plusieurs chromosomes télophasiques. Dans des cas trés favorables en effet on peut voir se succéder sur toute la longueur une suite de parties plus chromatiques. Plus précisément on peut, par hypothèse, admettre que chacun de ces cordons est constitué par les 8 chromosomes homologues du stock hexaploïde de l'espèce (Pl. 11, fig. 12).

Dans un stade plus avancé de la prophase, après s'être bien individualisés à partir du réseau désormais inexistant, ces cordons prennent une forme plus définie, en manchon régulier, cylindrique.

Au fur et à mesure qu'ils se contractent et s'épaississent, leur coloration devient encore plus forte. Il apparaît ainsi que chacun, de par ce rétrécissement, constitue un double amas chromatique, tout á fait homologue des masses chromatiques décrites chez le *Pitcairnia integrifolia*. En effet, progressivement, ces masses se séparent l'une de l'autre par un véritable dédoublement ce qui a également pour effet d'augmenter le nombre des chromocentres baignant dans la caryolymphe et d'approcher ainsi de plus en plus le nombre somatique de l'espèce. Chacun de ces éléments mesure alors 1 $\mu$ à 1,5 $\mu$, tandis qu'à l'état de cordon ils atteignaient 2 à 3 $\mu$.

La prophase achevée présente donc exactement le même aspect que chez le *Pitcairnia integrifolia* : masses chromatiques intensément colorées, souvent disposées 2 par 2 dans une caryolymphe homogène plus ou moins opalescente.

2. La prophase telle qu'elle se déroule chez un noyau en pleine zone méristématique est á vraí dire peu différente. Ce n'en est en somme qu'un « développement condensé ». En effet, partant d'un réseau déjà très diminué et à chromocentres bien individualisés tous les états représentant la différenciation des cordons chromatiques seront sautés ce qui, vu leur longue durée, exagère les différences.

En effet les 8 chromocentres de base se clivent directement ce qui conduit plus rapidement à l'individualisation d'un nombre assez élevé de masses chromatiques. En fait, ces masses peuvent éventuellement s'allonger aussi en cordons. Puis le cycle de la prophase est évidemment commun dans les deux modalités.

Quant au nucléole, il est resté durant toute cette évolution. De nombreuses figures de fusion ou de scission ont pu être observées sur lui, représentées par des formes allongées, étirées. Elles seront étudiées avec plus de détail dans des espèces plus favorables.

### Métaphase.

En vue polaire les chromosomes sont allongés suivant toute leur longueur dans le plan équatorial. On n'observe plus trace de nucléole. Le nombre somatique de l'espèce est $2n = 48$. Doutreligne, bien qu'elle ne fasse pas allusion à cette numération dans son texte, dessine une plaque contenant 46 chromosomes. Il est vraisemblable toutefois que l'auteur s'attachait

Source : MNHN, Paris

à l'allure générale des constituants et non à leur nombre exact. D'ailleurs, dans des dessins de plaques anaphasiques, elle n'en indique plus que 44 et 42.

Les chromosomes ne sont pas tous semblables chez le *Vriesa splendens*. Alors qu'il n'est guère possible de reconnaître 36 chromosomes, tous de taille moyenne, il est au contraire aisé d'en distinguer 6, très petits, punctiformes presque, et 6 beaucoup plus grands que les autres, puisqu'ils dépassent 1 μ de longueur (P. 111, fig. 7). La présence de ces 12 chromosomes caractéristiques suggère que l'espece est hexaploïde et que le nombre de base est 8. Cela d'ailleurs est tout à fait en conformité avec les résultats précédemment obtenus avec les espèces de la sous-tribu.

D'autre part, la taille des chromosomes, relativement grande pour la famille, explique probablement en partie la différenciation caryologique particulière de l'espèce et la chromaticité plus marquée des noyaux.

En vue de profil, le fuseau prend nettement un aspect fibrillaire.

ANAPHASE.

Le clivage des chromosomes métaphasiques s'effectue normalement dans le sens longitudinal et les deux ensembles ainsi séparés gagnent chacun un des pôles du fuseau.

Comme l'indique DOUTRELIGNE les chromosomes sont effectivement plus condensés en anaphase. Ils ont un aspect ramassé, en massue et sont disposés parallèlement aux fibres du fuseau. Leur forme ovoïde ne suggère cependant en aucune façon un U et, de même que chez l'espèce précédente, aucune constriction d'insertion n'est visible.

TÉLOPHASE.

Plus épais et colorés que chez le *Pitcairnia*, les chromosomes, au début de la télophase, s'accolent en un ensemble indistinct. Mais bientôt, avec l'augmentation de taille du noyau, on peut discerner les constituants. Les chromosomes sont plus petits mais encore fortement colorés. Ils ne dépassent pas beaucoup 0,2 μ. Le ou les nucléoles apparaissent ensuite à un stade plus avancé. Dans un cas au moins, 4 nucléoles ont pu être distingués au début. Il est vraisemblable qu'ensuite des fusions s'opèrent.

Le volume nucléaire augmentant progressivement on constate ensuite que les chromosomes sont rapprochés les uns des autres et reliés, à courte distance, par des ponts chromatiques. Ces ponts s'établissent suivant des lignes orientées et non encore en réseau étoilé. Ces liens préférentiels relient vraisemblablement les chromosomes homologues et représentent l'armature de ce qui, en prophase, donnera les cordons chromatiques.

Dans les méristèmes, cette évolution se poursuit naturellement vers l'état interphasique, en gardant sur le réseau ténu des zones plus colorées, correspondant aux régions où plusieurs chromosomes restent groupés les uns auprès des autres.

Ailleurs, quand les noyaux deviennent quiescents, ces chromosomes se séparent, diminuent de volumes tout en deveuant moins colorables, pendant que le réseau apparait de plus en plus développé.

Source : MNHN, Paris

## 3° PRINCIPAUX CARACTÈRES DES ESPÈCES ÉTUDIÉES

Nous allons considérer tour à tour les espèces, dans l'ordre de la classification de MEZ, nous attachant surtout aux similitudes ou aux différences, aux nombres chromosomiques et à certaines particularités intéressantes.

### 1. — Sous-famille des **BROMELIOIDEAE**

#### 1) Tribu des **INTEGRAE**

Aucune espèce de cette famille n'a pu être étudiée ici. Cependant, des études caryologiques antérieures ont porté sur les genres *Cryptanthus* et *Bromelia*. Rappelons qu'un désaccord s'était élevé entre LINDSCHAU (1933) et MATSUURA et SUTO (1935) sur la valeur de $2n = 36$, les seconds $n = 17$. Il semble cependant, *a priori*, que le chiffre donné par LINDSCHAU soit le plus admissible : en effet, le nombre de base 17 ne se rencontre nulle part ailleurs dans la famille tandis que celui de 9 y est très fréquent. D'autres *Cryptanthus* ont d'ailleurs incontestablement 36 chromosomes. Nous verrons, d'autre part, que certains chromosomes peuvent s'accoler intimement en métaphase et fausser ainsi par défaut la numération.

#### 2) Tribu des **PORATAE**

##### 1. *Sous-tribu des DISTEGANTHINAE*

Aucun dénombrement n'a jamais été effectué dans cette subdivision.

##### 2. *Sous-tribu des NIDULARIINAE*

Au point de vue caryologique, les genres *Nidularium*, *Aregelia*, *Canistrum*, ont été étudiés.

###### *a*) Genre **Aregelia**

Six comptages effectués par LINDSCHAU indiquent un nombre de base égal à 9, ($2n = 54$ ou 126). Dans ce travail on a considéré 3 espèces d'*Aregelia*.

**Aregelia princeps** (Bak.) Mez.

Sous l'appellation de *Nidularium princeps* Morren, LINDSCHAU en avait fixé le nombre diploïde à 54. En fait, les différences mêmes systématiques entre les *Aregelia* et les *Nidularium* ne sont pas très importantes et les synonymies sont très fréquentes entre les deux genres.

Le cycle de la mitose suit les mêmes étapes que chez le *Pitcairnia integrifolia*. On peut noter l'existence de raphides mesurant environ $7 \times 18\ \mu$ et la présence exceptionnelle, sur le pourtour du cylindre central, de quelques cellules à noyaux géants, polysomatiques vraisemblablement, possédant 3 nucléoles. On retrouvera ces mêmes éléments chez le *Billbergia Iridifolia*. Leur structure n'est cependant pas différente de celle des noyaux voisins.

Source : MNHN, Paris

Dans tous les *Aregelia*, la prémétaphase est à la fois précoce et de longue durée. Le nucléole y persiste encore, bien coloré et délimité. Peu de dédoublements s'étant effectués en prophase, on compte alors environ 36 préchromosomes, soit 4 fois le nombre de base. Puis un état stable se maintient en métaphase bien définie aux alentours de 48 chromosomes. Ce nombre se rencontre assez fréquemment dans de bonnes plaques équatoriales. Cependant l'espèce possède bien avec certitude les 54 chromosomes caractéristiques du genre. Elle est donc hexaploïde. Ce fait, extrêmement curieux, de variabilité apparente du nombre des chromosomes se rencontre dans toute la sous-tribu. Il faut le rapprocher du déroulement particulier de la mitose des Broméliacées au cours de laquelle on constate à l'évidence une forte attraction et agglutination entre chromocentres. Le fait a d'ailleurs été remarqué par LINDSCHAU, comme nous l'avons précédemment relaté. La culture en serre chaude n'est peut-être pas étrangère au phénomène. D'autre part, le type caryologique de l'espèce ne permet pas de le rapprocher des *Tillandsioideae* qui, eux, ont bien 8 comme nombre de base. Les chromosomes sont très souvent disposés 3 par 3 (parallèlement opposés par une de leurs pointes). Ce sont des unités de taille toujours inférieures au μ, punctiformes ou ovales, voire en très courts bâtonnets ce qui, évidemment, n'est pas pour gêner les rapprochements observés.

**Aregelia sarmentsa** (Regel) Mez.

Il n'y a pas de différences sensibles avec l'espèce précédente. Les coupes, faites dans les racines aériennes, montrent l'existence, autour de la racine, d'un manchon de cellules vides à rôle protecteur et la présence de raphides. Dans les racines terrestres de petit diamètre, les noyaux interphasiques présentent cependant des chromocentres peu nombreux assez fortement colorés et se clivant directement un peu comme chez le *Vriesea splendens*. On ne peut toutefois pas rapprocher les 2 espèces.

La prémétaphase est de longue durée, à nucléole persistant et là aussi le nombre diploïde est $2n = 54$ chromosomes, parfois groupés en 48 (c'est-à-dire que, dans cette espèce hexaploïde, 2 chromosomes par génôme ont tendance à s'accoler). Ils ne diffèrent guère dans leur taille ni dans leur morphologie de ceux de l'espèce précédente (Pl. III, fig. 8).

**Aregelia spectabilis** (Moore) Mez.

Il a un cycle de mitose qui suit les mêmes développements que le *Pitcairnia*.

### *b*) Genre **Nidularium**

Les dénombrements de LINDSCHAU attribuent au genre 54 chromosomes somatiques.

**Nidularium angustifolium** Ule.

Il a montré une structure caryologique et une caryocinèse de type *Pitcairnia* ou *Aregelia*. Comme cela apparaît dans d'autres espèces, on remarque une différenciation structurale des noyaux des cellules initiales des vaisseaux

Source : MNHN, Paris

dont la taille est nettement supérieure à celle de leurs voisins, la chromaticité beaucoup moins accusée et le nucléole plus volumineux.

Comme chez les *Aregelia*, le nombre somatique est de 54 chromosomes dont 6 accolés plus ou moins étroitement entre eux. Ils sont disposés 3 par 3. Ces faits soulignent encore la parenté des deux genres. Les chromosomes sont de taille également inférieure au μ et punctiformes ou ovales. On ne saurait distinguer dans ces conditions des plaques appartenant aux deux genres d'après leur morphologie.

### *c*) Genre **Canistrum**

LINDSCHAU avait compté chez une espèce, le *C. roseum* Morr. 50 chromosomes.

**Canistrum aurantiacum** Morr.

Il constitue à lui seul le sous-genre *Gravisiopsis*. Le noyau et la mitose sont du type *Pitcairnia*. Bien que classé dans la même sous-tribu le genre se distingue des précédents par son nombre chromosomique qui est $2n = 50$. C'est le chiffre trouvé pour cette espèce et qui est en accord avec le résultat de LINDSCHAU.

Les chromosomes sont également petits, ovales ou elliptiques. Ils sont rangés souvent 2 par 2 ce qui laisse supposer que l'espèce est diploïde avec 25 comme nombre de base.

Les signes d'une activité nucléolaire seront décrits à propos d'une autre espèce où ils sont plus abondants et caractéristiques (Pl. III, fig. 1).

**Canistrum amazonicum** (Linden et André) Mez.

Il appartient au sous-genre *Wittrockya*. Les cellules externes de ses racines s'exfolient de façon caractéristique. On peut y observer des raphides et une différenciation nucléaire des initiales des vaisseaux analogue à celle du *Nidularium angustifolium*. La mitose suit le mode normal et les clivages sont nettement visibles dans le matériel observé. Il y a peu de prémétaphases et le nucléole s'efface dès ce moment.

Des observations dans les cellules somatiques de l'ovule montrent un nombre relativement élevé de prophases achevées où les masses chromatiques sont bien délimitées dans le fond opalescent. Cet état semble donc être là d'assez longue durée. En outre, dans l'ovule le matériel chromatique est plus fortement coloré et condensé que dans la racine.

L'espèce possède également 50 chromosomes somatiques ovoïdes (Pl. II, fig. 9).

## 3. *Sous-tribu des AECHMEINAE*

### *a*) Genre **Aechmea**

La plupart des numérations de LINDSCHAU attribuent au genre 50 chromosomes métaphasiques. Seul l'*Aechmea hystrix* Morr. en possède 54. Mais la position systématique de cette plante a été fortement discutée par LINDSCHAU qui l'estime voisine des *Echinostachys* ainsi que le pensait,

Source : MNHN, Paris

dès 1891, WITTMACK, d'ailleurs, qui, en avait fait l'*Echinostachys hystrix*. Il semble dont bien que, la position exacte de cette espèce soit plutôt douteuse, et qu'il faille considérer le genre comme homogène à 50 chromosomes.

**Aechmea candida** Morr.

Le pied qui a été étudié ici ne présente pas de particularités marquantes si ce n'est une chromaticité un peu plus forte que la moyenne, notamment en interphase où les chromocentres apparaissent bien individualisés. La mitose est du type *Pitcairnia* et on compte 50 chromosomes somatiques de petite taille en forme de très courts bâtonnets (Pl. III, fig. 10).

*b*) Genre **Portea**

L'étude de ce genre n'avait jamais été entreprise jusqu'ici.

**Portea kermesina** Brong.

Il a une anatomie normale et la mitose l'est également. Les cordons chromatiques sont cependant relativement longs et parfois constitués de plusieurs (3) éléments colorés successifs. Comme chez les *Aechmea*, la chromaticité est assez accusée rappelant dans une faible mesure celle des *Tillandsiae*. Le nucléole persiste longtemps jusqu'en prémétaphase. L'espèce comporte 50 chromosomes en olive souvent serrés les uns contre les autres. La position du genre semble donc normale dans la sous-tribu au voisinage des *Ananas* et *Aechmea*.

On peut noter à propos de cette espèce, bien que cela soit valable pour toute la famille, que le nucléole ne possède pas toujours un aspect rigoureusement identique. On y observe, en effet, souvent des vacuoles ou des structures variées dont l'aspect et le nombre ne sont pas constants. Tantôt, on n'y compte qu'une vacuole centrale peu marquée, tantôt 2, 3 ou davantage, corpuscules de réfringence plus ou moins accusée (Pl. II, fig. 1 à 4). Ces divers états caractéristiques ne semblent être en rapport ni avec le degré d'avancement de la caryocinèse ni avec la position dans la racine. On peut penser, comme l'a montré B. VAZART dans d'autres cas, que l'on est en présence d'un véritable cycle nucléolaire consistant essentiellement dans la formation de vacuoles internes de plus en plus nombreuses et qui est peut-être le signe d'une activité physiologique.

3) Tribu des SULCATAE

Seul le genre *Billbergia* a fait l'objet de recherches caryologiques qui ont fourni des nombres somatiques multiples de 9. Deux espèces ont été étudiées ici.

**Billbergia iridifolia** (Nees et Martins) Lind.

On y observe la différenciation nucléaire précédemment décrite (grande taille et nucléole volumineux) des cellules initiales des vaisseaux et la présence, comme chez l'*Aregelia princeps* sur la périphérie du cylindre central

Source : MNHN, Paris

de quelques noyaux géants vraisemblablement polysomatiques mais de structure normale par ailleurs.

La mitose ne présente pas de particularité notable. Cependant les prémétaphases, comme chez les *Aregelia*, sont de longue durée et se rencontrent fréquemment avec un nucléole au centre. Celui-ci d'une façon générale est très volumineux. L'espèce possède 54 chromosomes minuscules punctiformes de 0,5 $\mu$ de longueur et souvent étroitement accolés entre eux ce qui rend leur numération particulièrement délicate.

**Billbergia saundersii** Hort. ex C. Koch.

Comme pour l'espèce précédente les racines sont de grand diamétre et entourées d'un manchon de cellules vides probablement protectrices. La mitose suit le type du *Pitcairnia integrifolia* avec, cependant, des prémétaphases de longue durée où peuvent se compter 36 préchromosomes. On observe ensuite, comme pour les *Aregelia* et *Nidularium*, des séparations en métaphase aboutissant á des plaques possédant indubitablement 54 chromosomes de petite taille et ovales (Pl. III, fig. 11). Il est donc probable que tous ces genres sont étroitement apparentés entre eux. Les télophases, bien nettes, montrent dans certains cas jusqu'á 4 nucléoles.

Cette espéce permet de constater de nombreux signes d'une activité nucléolaire intervenant lors du clivage des masses chromatiques. On peut, en effet, observer fréquemment sur le nucléole, volumineux, des chromocentres disposés perpendiculairement á sa périphérie et qui se maintient à son contact alors même que l'aire de rétraction due au Nawaschin a éloigné le réseau. Sous l'effet de cette présence, le nucléole peut être étiré et même en quelque sorte écartelé entre les chromocentres ; au lieu d'être sphérique, il présente de nombreuses saillies aiguës à l'extrémité de chacune desquelles est attaché un chromocentre comme si des échanges actifs de substances avaient effectivement lieu entre les deux éléments. Les chromocentres sont alors souvent de taille notable, trés fortement colorés et en règle presque générale apparaissent trés nettement doubles alors même que ceux qui sont libres dans la caryolymphe ne le sont pas (Pl. III, fig. 1, 2, 3). On peut se demander si le nucléole n'interviendrait pas au moment de la synthése de chromatine nécessaire au dédoublement. On peut de plus remarquer que, dans ces espèces où les chromosomes finissent de s'individualiser durant la prémétaphase, le nucléole persiste plus longtemps. Ce fait intéressant, qui se rencontre á des degrés divers dans beaucoup d'espèces de Broméliacées, mériterait probablement une étude plus approfondie qu'il n'a pas été possible d'entreprendre.

## II. — Sous-famille des **PITCAIRNIOIDEAE**

### 1) Tribu des PITCAIRNIAE

Sept espèces comptées par Lindschau et Taylor avaient toutes 50 chromosomes somatiques. Nous avons déjà longuement décrit le *Pitcairnia integrifolia* Mez pris comme type de la famille et qui possède également 50 chromosomes.

Source : MNHN, Paris

### 2) Tribu des PUYAE

Les 4 genres étudiés par LINDSCHAU possèdent aussi 50 chromosomes.

### 3) Tribu des NAVIAE

Aucun dénombrement chromosomique n'y a jamais été effectué. Il serait cependant intéressant de le faire pour vérifier si la conception d'HUTCHINSON élevant cette tribu au rang de sous-famille se justifie.

## III. — Sous-famille des **TILLANDSIOIDEAE**

### 1) Tribu des GLOMEROPITCAIRNIAE

Cette tribu n'a jamais non plus été étudiée.

### 2) Tribu des TILLANDSIAE

Cette tribu paraît former un tout assez homogène et distinct des autres Broméliacées, aussi bien par son aspect caryologique que par ses nombres chromosomiques. Son origine géographique aussi est un peu différente: Guyane et Mexique et non pas Brésil. Le nombre de base de la tribu est en effet 8, chiffre qui ne se rencontre nulle part d'ailleurs sauf chez les *Bromelia*.

**Vriesea splendens** (Brong.) Lemaire.

Il avait été étudié au point de vue caryologique par DOUTRELIGNE mais le genre n'avait jamais fait l'objet d'aucun dénombrement chromosomique. On en a étudié précédemment en détail la mitose et fixé le nombre $2n$ à 48.

**Tillandsia variegata** Schlechtendal.

Le déroulement de la mitose y est comparable à celui du *Vriesea splendens* et assez nettement différent du type *Pitcairnia* par une chromaticité beaucoup plus accusée. On peut y observer également les cordons hétérogènes flexueux plus longs que les masses chromatiques du type habituel (2 μ) (Pl. II, fig. 12). On y remarque aussi la présence d'un mégachromocentre, caractéristique par sa taille et sa coloration, composé d'au moins 3 chromocentres élémentaires. Il peut ensuite se cliver et en donner 2 plus petits.

Dans des noyaux au repos, en des parties très localisées de certaines racines et toujours dans l'assise corticale, on constate d'autre part certaines manifestations d'une autre activité nucléolaire. Dans ces nucléoles, un tiers plus large que la moyenne, s'observent en effet des figures de bourgeonnement qui, pour n'être pas constantes, n'en sont pas moins caractéristiques. Le nucléole, coloré en noir par l'hématoxyline, émet des protubérances (une seule à la fois) qui, d'abord plus claires et petites deviennent noires ensuite à mesure qu'elles grossissent et constituent, en se détachant, des nucléoles-fils. Quand elles le font, tantôt leur taille est de beaucoup inférieure à celle

Source : MNHN, Paris

du nucléole originel, tantôt les deux unités sont de taille voisine. Il s'agit alors dans ce cas plutôt d'une scission (Pl. III, fig. 4, 5, 6).

Ce phénomène, ici relativement rare, a été rencontré de façon constante par HAMEL chez les Loasacées, ARCHAMBAULT chez les *Eranthis hiemalis*, DANGEARD, HEITZ et bien d'autres. Il ne semble pas possible d'en préciser la signification dans des cellules qui ne se distinguent pas par ailleurs particulièrement des autres.

Indépendamment de cette activité, des rapports entre le nucléole et les cordonnets chromatiques, comme chez le *Billbergia saundersii*, se rencontrent fréquemment.

Le *Tillandsia variegata* a 96 chromosomes somatiques en métaphase. Si l'on admet 8 comme nombre de base on en déduit qu'il est dodécaploïde. Il n'a pas été possible de vérifier par des mesures cette donnée comme cela fut fait pour le *Vriesea splendens*.

Il semble, en effet, que les chromosomes, corrélativement à cette polyploïdisation, aient tous diminué de taille comme le supposait LINDSCHAU pour d'autres espèces (Pl. III, fig. 12).

## CONCLUSIONS

1) CYTO-TAXINOMIE.

Tous les nombres chromosomiques connus de la famille sont relevés dans le tableau ci-joint.

Ainsi que l'avait fait LINDSCHAU, on ne peut que remarquer l'existence de 3 séries de nombres chromosomiques à nombre de base x respectivement égal à 8, 9 et 25.

Cependant, si certaines divisions de la famille acceptées par MEZ s'accordent bien avec les données caryologiques, d'autres par contre, indépendamment des critères morphologiques qu'il convient de ne pas négliger, demanderaient probablement quelques remaniements.

Il apparaît ainsi que :

— Les *Tillandsiae* tout d'abord constituent un groupe bien délimité et caractérisé par sa structure aussi bien que par ses nombres chromosomiques de base x = 8. On pourrait cependant leur adjoindre le genre *Bromelia* possédant également 48 et 96 chromosomes (8).

— De même les *Pitcairnioideae* semblent une sous-famille homogène avec 25 comme nombre de base commun.

— Par contre la classification des *Bromelioideae* proposée par MEZ n'est pas en accord avec celle suggérée par les données caryologiques et mériterait d'être révisée, une fois de plus.

— La tribu des *Integrae* semble, de ce point de vue, artificielle ; on a vu que les *Bromelia* se rapprochent vraisemblablement des *Tillandsia*.

(8) La localisation des espèces étudiées de ce dernier genre est d'ailleurs particulière :
*B. fastuosa* : Brésil méridional ;
*B. Pinguin* : Jamaïque, Martinique, Guatemala.



Source : MNHN, Paris

| | Nombre de base | $n$ | $2n$ | Auteurs |
|---|---|---|---|---|
| I. — BROMELIOIDEAE | | | | |
| 1. **Integrae** | | | | |
| *Cryptanthus acaulis* (Lindl.) Beer | 9? | 17 | 36 | $n$ : MATSUURA et SUTÔ<br>$2n$ : LINDSCHAU |
| — *bivittatus* (Hook.) Regel | 9 | | 36-54 | LINDSCHAU (2 races) |
| — *Beuckeri* Morr. | 9 | | 54 | — |
| — *zonatus* (Vis.) Beer | 9 | | 36 | — |
| *Bromelia fastuosa* Lindl. | 8 | 48 | 96 | COLLINS et KERNS |
| — *Pinguin* L. | 8 | | | |
| 2. **Poratae** | | | | |
| a) NIDULARINAE | | | | |
| *Aregelia Carolinae* (Beer) Mez | 9 | | 54 | LINDSCHAU |
| — *rubrospinosa* Mez | 9 | | 54 | — |
| — *microps* (Morr.) Mez | 9 | | 126 ? | — |
| — *coriacea* (Ant.) Mez | 9 | 27 | 54 | — |
| — *Binotti* (Ant.) Mez | 9 | 27 | | — |
| — *marmorata* (Bak.) Mez | | 27 | | LINDSCHAU |
| — *princeps* (Bak.) Mez = *Nidularium princeps* Morr. (9) | 9 | | 54 | LINDSCHAU, WEISS |
| — *sarmentosa* (Regel) Mez | 9 | | 54 | WEISS |
| *Nidularium purpureum* Beer | 9 | 27 | 54 | LINDSCHAU |
| — *acanthocrater* Moor. | 9 | | 54 | — |
| — *lineatum* Mez | 9 | | 54 | WEISS |
| — *angustifolium* Ule | 23 | | 50 | LINDSCHAU |
| *Canistrum roseum* Morr. | 25 | | 50 | WEISS |
| — *aurantiacum* Morr. | 25 | | 50 | — |
| — *amazonicum* (Linden et André) Mez | | | 50 | LINDSCHAU |
| b) ACHMEINAE | 25 | | | COLLINS |
| *Acanthoasthachys strobilacea* (Schult. f.) Klotzsch | 25 | 25 | 50 | — |
| *Ananas microstachys* Lindm. | 25 | 25 | 75 | HEILBORN |
| — *comosus* (L.) Merrill (= *A. sativus*) | | | 100 | LINDSCHAU |
| — *macrodontes* Morr. (10) | 25 | | 50 | WEISS |
| *Portea kermesina* Brong. | 25 | | 50 | LINDSCHAU |
| *Aechmea comata* (Gaudich.) Bak. | 25 | | 50 | — |
| — *codazzii* (Koch) Morr. | 25 | | 50 | — |
| — *chantinii*-*comata* Bak. | 25 | | 50 | TAYLOR |
| — *bromelioides* (Regel) Mez | 25? | 25? | ? | LINDSCHAU |
| — *fulgens* Brong. var. *discolor* (Morr.) Beer | 25? | | ? | — |
| 3. **Sulcatae** | | | | |
| *Billbergia amoena* (Bromf.) Lem. | 9 | | 54 | WEISS |
| — *amoena* var. *superba* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *amoena* var. *viridiflora* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *amoena* var. *zebrina* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *amoena* var. *zebrina* (Morr.) Mez f. *decora* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *amoena* var. *zebrina* (Morr.) Mez f. *Leopoldi* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *amoena* var. *zebrina* (Morr.) Mez f. *Lietzei* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *amoena* var. *zebrina* (Morr.) Mez f. *Morreniana* (Lem.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *amoena* var. *zebrina* (Morr.) Mez f. *Porteana* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *amoena* var. *zebrina* (Morr.) Mez f. *Saundersii* (Bak.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *amoena* var. *zebrina* (Morr.) Mez f. *Tweedyana* (Bak.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *amoena* var. *zebrina* (Morr.) Mez f. *vittata* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Antoineana* Morr. | 9 | | 54 | — |
| — *Arnaldiana* Morr. | 9 | | 54 | — |
| — *Arnaldiana* Morr. var. *Lietzei* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Arnaldiana* Morr. var. *Morreniana* (Lem.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Arnaldiana* Morr. var. *Porteana* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Arnaldiana* Morr. var. *Tweedyana* (Bak.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Arnaldiana* Morr. var. *vittata* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Balansae* Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Binoti* Morr. | 9 | | 54 | — |
| — *Binoti* Morr. var. *Lietzei* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Binoti* Morr. var. *Morreniana* (Lem.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Binoti* Morr. var. *Porteana* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Binoti* Morr. var. *Tweedyana* (Bak.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Binoti* Morr. var. *vittata* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Brongniartii* Morr. | 9 | | 54 | — |
| — *Brongniartii* Morr. var. *Lietzei* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Brongniartii* Morr. var. *Morreniana* (Lem.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Brongniartii* Morr. var. *Porteana* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Brongniartii* Morr. var. *Tweedyana* (Bak.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Brongniartii* Morr. var. *vittata* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Buchholziana* Morr. | 9 | | 54 | — |
| — *Buchholziana* Morr. var. *Lietzei* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Buchholziana* Morr. var. *Morreniana* (Lem.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Buchholziana* Morr. var. *Porteana* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Buchholziana* Morr. var. *Tweedyana* (Bak.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Buchholziana* Morr. var. *vittata* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Cascadura* Morr. | 9 | | 54 | — |
| — *Cascadura* Morr. var. *Lietzei* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Cascadura* Morr. var. *Morreniana* (Lem.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Cascadura* Morr. var. *Porteana* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Cascadura* Morr. var. *Tweedyana* (Bak.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Cascadura* Morr. var. *vittata* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Decosteriana* Morr. | 9 | | 54 | — |
| — *Decosteriana* Morr. var. *Lietzei* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Decosteriana* Morr. var. *Morreniana* (Lem.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Decosteriana* Morr. var. *Porteana* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Decosteriana* Morr. var. *Tweedyana* (Bak.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Decosteriana* Morr. var. *vittata* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Distachia* Morr. | 9 | | 54 | — |
| — *Distachia* Morr. var. *Lietzei* (Morr.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Distachia* Morr. var. *Morreniana* (Lem.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Distachia* Morr. var. *Porteana* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Distachia* Morr. var. *Tweedyana* (Bak.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Distachia* Morr. var. *vittata* (Brong.) Mez | 9 | | 54 | — |
| — *Ibanoana* De Jonghe | 9 | 54 | 54 | MATSUURA et SUTÔ |
| — *lingulata* Sims | 9 | | 54 | LINDSCHAU |
| — *vittata* Brong. | 9 | | 72 | — |
| — *perringiana* Wittm. | 9 | 27 | | — |
| — *speciosa* Thunb. | 9 | | 54 | — |
| — *Bonplandiana* Gaudich. | 9 | | 54 | — |
| — *minuta* Mez | 9 | | 54 | — |
| — *pyramidalis* (Sims) Lindl. | 9 | | 54 | — |
| — sp. | 9 | 54 | | MATSUURA et SUTÔ |
| — *iridifolia* (Nees et Mart.) Lind. | 9 | | | WEISS |
| II. — PITCAIRNIOIDEAE | | | | |
| 4. **Pitcairniae** | | | | |
| *Pitcairnia andreana* Linden | 25 | | 50 | LINDSCHAU |
| — *xanthocalyx* Mart. | 25 | 52 | 50 | TAYLOR ($n$), LINDSCHAU ($2n$) |
| *Pitcairnia punicea* Scheidw. | 25 | | 50 | LINDSCHAU |
| — *pulverulenta* Ruiz et Pav. | 25 | | 50 | — |
| — *Roezlii* Morr. | 25 | | 50 | — |
| — *undulata* Scheidw. | 25 | | 50 | — |
| — *saxicola* Mart. | 25 | | 50 | MATSUURA et SUTO |
| — *integrifolia* Gaul. | 25 | | 50 | WEISS |
| 5. **Puyaeae** | | | | |
| *Puya spathacea* (Griseb.) Mez | 25 | | 50 | LINDSCHAU |
| *Puya cardenasii* L. B. Smith | | | 50 | DIESS |
| *Dickya altissima* Lindl. | 25 | | 50 | LINDSCHAU |
| *Dickya sulphurea* C. Koch | 25 | | 50 | — |
| *Lindmannia pendulifora* (C. H. Wright) Stapf | 25 | | >100 | — |
| *Hechtia ghiesbreghtii* Lem. | 25 | | 50 | — |
| III. — TILLANDSIOIDEAE | | | | |
| 6. **Tillandsiae** | | | | |
| *Vriesea splendens* (Brong.) Lem. | 8 | | 48 | WEISS |
| *Tillandsia usneoides* (L.) L. | 8 | 16 | 32 | BILLINGS |
| — *Lindeniana* Regel | 8 | | 64 | LINDSCHAU |
| — *streptophylla* Scheidw. | 8 | | 64 | — |
| — *juncea* (Ruiz et Pav.) Lec. | 8 | | env. 96 | LINDSCHAU |
| — *variegata* Schlechtend. | 8 | | 96 | WEISS |
| *Guzmania Zahnii* (Hook. f.) Mez (12) | 8 | | 56 | LINDSCHAU |

(9) *Aregelia princeps* (Bak.) Mez = *Nidularium princeps* Morr. est compté sous ce nom par LINDSCHAU.
(10) *Ananas macrodontes* Morr. = *Pseudananas macrodontes* Harms est compté sous ce nom par LINDSCHAU.
(11) *Aechmea bromelifolia* (Rudge) Bak. = *Macrochordium luctorium* De Vriese est compté sous ce nom par LINDSCHAU.
(12) *Guzmania Zahnii* (Hook. f.) Mez = *Caraguata Zahnii* Hook. f. est compté sous ce nom par LINDSCHAU.

H.-E. WEISS



Source : MNHN, Paris

Restent alors les *Cryptanthus* qui peuvent, sans inconvénient, être placés au voisinage des espèces à x = 9.

— Parmi les *Poratae*, on doit retirer des *Nidulariinae* le genre *Canistrum* dont les représentants ont 50 chromosomes et les placer près des *Aechmeineae* qui possèdent le même équipement. Il est d'ailleurs significatif, que, avant la création de ce genre, et son rangement parmi les *Nidulariinae*, les espèces qui le constituent étaient rattachées aux *Aechmea*. Il semble donc que cette modification ne se justifiait pas.

Cette dernière sous-tribu paraît alors homogène avec x = 25.

Restent donc, parmi ceux qui ont été étudiés, 3 genres parmi les *Bromelioideae*: les *Aregelia*, *Nidularium*, *Billbergia* que nous avons vus voisins par le cycle de leur mitose et leur nombre de base égal à 9.

Considérée du seul point de vue cytotaxinomique, la classification des Broméliacées pourrait être ainsi envisagée :

I. — Sous-famille des *Bromelioideae*.
  1) Tribu à x = 25 : *Canistrum*, *Acanthostuchys*, *Ananas*, *Portea*, *Aechmea*.
  2) Tribu à x = 9 : *Cryptanthus*, *Aregelia*, *Nidularium*, *Billbergia*.

II. — Sous-famille des *Pitcairnioideae*.
  homogène à x = 25.

III. — Sous-famille des *Tillandsioideae*.
  Tribu à x = 8 : comportant les genres qui y sont habituellement placés auxquels il convient de joindre le genre *Bromelia*, bien qu'il possède un ovaire infère, alors que les *Tillandsioideae* sont caractérisées par un ovaire supère ou semi-supère.

On pourrait aussi évidemment rapprocher les *Pitcairnioideae* de la tribu des *Bromelioideae* à x = 25. Il semble cependant qu'il faille tenir compte des caractères morphologiques externes qui ont conduit de très bonne heure à distinguer les 3 grandes sous-familles de Broméliacées. D'autre part malgré les résultats concordants, les genres étudiés ne sont pas assez nombreux pour que cette classification soit définitive et il est possible que d'autres dénombrements conduisent à la modifier.

2) Structure nucléaire des Broméliacées.

Indépendamment des 12 dénombrements chromosomiques nouveaux, ce travail a montré quelques particularités caryologiques de la famille:

— Contrairement aux conclusions de Doutreligne, les noyaux sont réticulés et non pas euchromocentriques. Et pourtant, malgré ce fait, les chromosomes sont généralement nombreux d'une part et de très petite taille d'autre part, C'est pourquoi ils se rangent difficilement dans la classification habituelle de C. Delay qui semble considérer que les noyaux nettement réticulés ont, *de facto*, des chromosomes de taille supérieure à 4 µ.

— Les signes d'une activité nucléolaire intéressante ont également été mis en évidence.

Source : MNHN, Paris

— Enfin, la mitose des Broméliacées, telle qu'elle a été décrite avec l'existence de masses chromocentriques doubles en prophase, a répondu à l'interrogation de DOUTRELIGNE sur l'origine des chromocentres « manquants ». Il peut être d'autre part intéressant de citer une opinion de DANGEARD à propos d'une autre famille. Après avoir constaté la même variabilité dans le nombre des euchromocentres, il écrit (13) en effet : « On peut supposer que certains chromocentres subissent une fragmentation au cours de la prophase et effectivement chez le Radis il n'est pas rare de trouver, non seulement dans les noyaux quiescents où GUILLIERMOND et GAUTHERET l'ont décrit, mais également dans le méristème des chromocentres en voie de division ayant la forme d'haltères. » C'était également l'opinion de SCHILLER (Ueber den Verlauf der Kernteilung bei *Capparis* mit Dauerchromosomen ; *Jahrb. wiss. Bot.*, **64**, p. 491-500, 1928) non acceptée par DOUTRELIGNE. Enfin, on trouve des cas comparables chez C. DELAY, *op. cit.*, aux pages 202, 200, 213 et ailleurs. Les résultats ainsi obtenus chez les Broméliacées peuvent être rapprochés de ces données éparses et fragmentaires. Il apparaît alors que de tels phénomènes peuvent présenter une généralité plus grande que celle qu'on leur accorde généralement et que les faits particuliers mis en évidence dans le présent travail, sont susceptibles d'être étendus à d'autres familles.

## BIBLIOGRAPHIE


BILLINGS (F. H.), 1904. — A study of *Tillandsia usneoides*. *Bot. gaz.*, **38**, 99-121.

BIRGE (W. J.), 1911. — The anatomy and some biological aspects of the « ball moss » *Tillandsia recurvata* L. *Univ. Texas, Bull.*, **194**, p. 24.

COLLINS (J.-L.), 1933. — Morphological and cytological characteristics of triploid Pineapples. *Cytologia*, **4**, p. 248-256.

— 1935. — Pineapple taxinomy viewed in the Light of the genetic of the Pineapple. *Proceeding Hawai Acad. of Sciences*, **10**, 10 fig.

— 1936. — Mutating gene in the Pineapple Ananas. *American Naturalist*, **70**, p. 465-475

COLLINS et KERNS (K. R.), 1931. — Genetic studies of the Pineapple. *Journal of Heredity*, **22**, p. 139-142.

— — 1936. — Origin and nature of tetraploid Pineapples. *American Naturalist*, **70**, p. 45.

DARLINGTON et JANAKI AMMAL, 1945. — Chromosome Atlas of cultivated plants, p. 280.

DELAY (Mlle C.), 1946-1948. — Recherches sur la structure des noyaux quiescents chez les Phanérogames. *Rev. Cytol. et Cytophysiol. végét.*, **9**, p. 169-222 et **10**, p. 103-228.

DIERS (L.), 1961. — Der Anteil an Polyploiden in den Vegetationsgürteln der WestKordillere Perus. *Zeits. f. Bot.*, **49**, p. 437-488.

DOUTRELIGNE (J.), 1940. — Les divers types de structure nucléaire et de mitose somatique chez les Phanérogames. *La Cellule*, **48**, p. 191-211.

HEILBORN (O.), 1921. — Notes on the cytology of *Ananas sativus*, L. and the origin of its parthenocarpy. *Ark. Bot.*, **22**, p. 1-71.


(13) DANGEARD (P.) : « Sur le bourgeonnement du nucléole chez le *Lathraea clandestina* », *C. R. Acad. Sc.*, **198**, p. 1629, 1934.

Source : MNHN, Paris

KLIENEBERGER (E.), 1917. — Ueber die Grösse und Beschaffenheit der Zellkerne mit besonderer Berücksichtigung der Systematik. *Diss. Frankfurt am Main.*

LINDSCHAU (M.), 1933. — Beiträge zur Zytologie der Bromeliaceae. *Planta*, **20**, p. 506-530.

MATSUURA (H.) et SUTO (T.), 1935. — Contributions to the idiogram study in phanerogamous plants. *J. Fac. Sc. Hokkaido Univer.*, **5**, série 5, p. 33-75.

MEZ (C.), 1935. — Das Pflanzenreich, IV, 32-100, Heft Bromeliceae.

TAYLOR (R.), 1925. — Chromosome constrictions as distinguishing characteristics in plants. *Amer. J. Bot.*, **12**, p. 238-268.

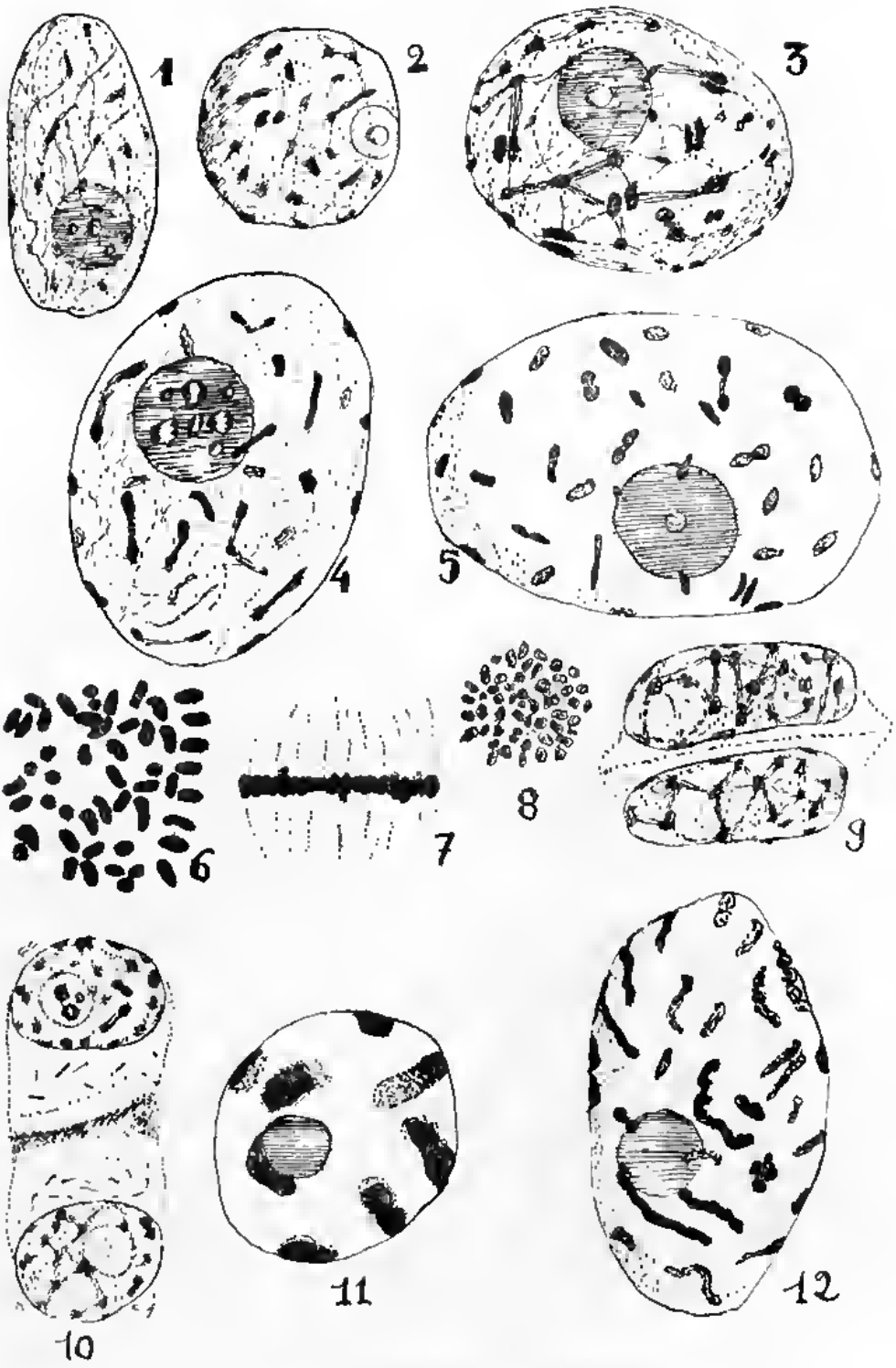
---

## PLANCHE II

(6 mm représentent environ 1 μ)

1. — Noyau quiescent du *Pitcairnia integrifolia* Mez.
2. — Noyau interphasique du *P. integrifolia*.
3. — Début de prophase et paires chromocentriques chez le *P. integrifolia*.
4. — Cordons chromatiques chez le *P. integrifolia* et structure nucléolaire.
5. — Fin de prophase chez le *P. integrifolia*.
6. — Plaque métaphasique à $2n = 50$ chez le *P. integrifolia*.
7. — Métaphase en vue de profil chez le *P. integrifolia*.
8. — Anaphase en vue polaire chez le *P. integrifolia*.
9. — Télophase : début du réseau chez le *P. integrifolia*.
10. — Fin de télophase. Rapprochement des chromosomes chez le *P. integrifolia*.
11. — Noyau interphasique du *Vriesea splendens*.
12. — Prophase du *Tillandsia variegata* (identique à *Vriesea*).

Source : MNHN, Paris




ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

BIBL DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

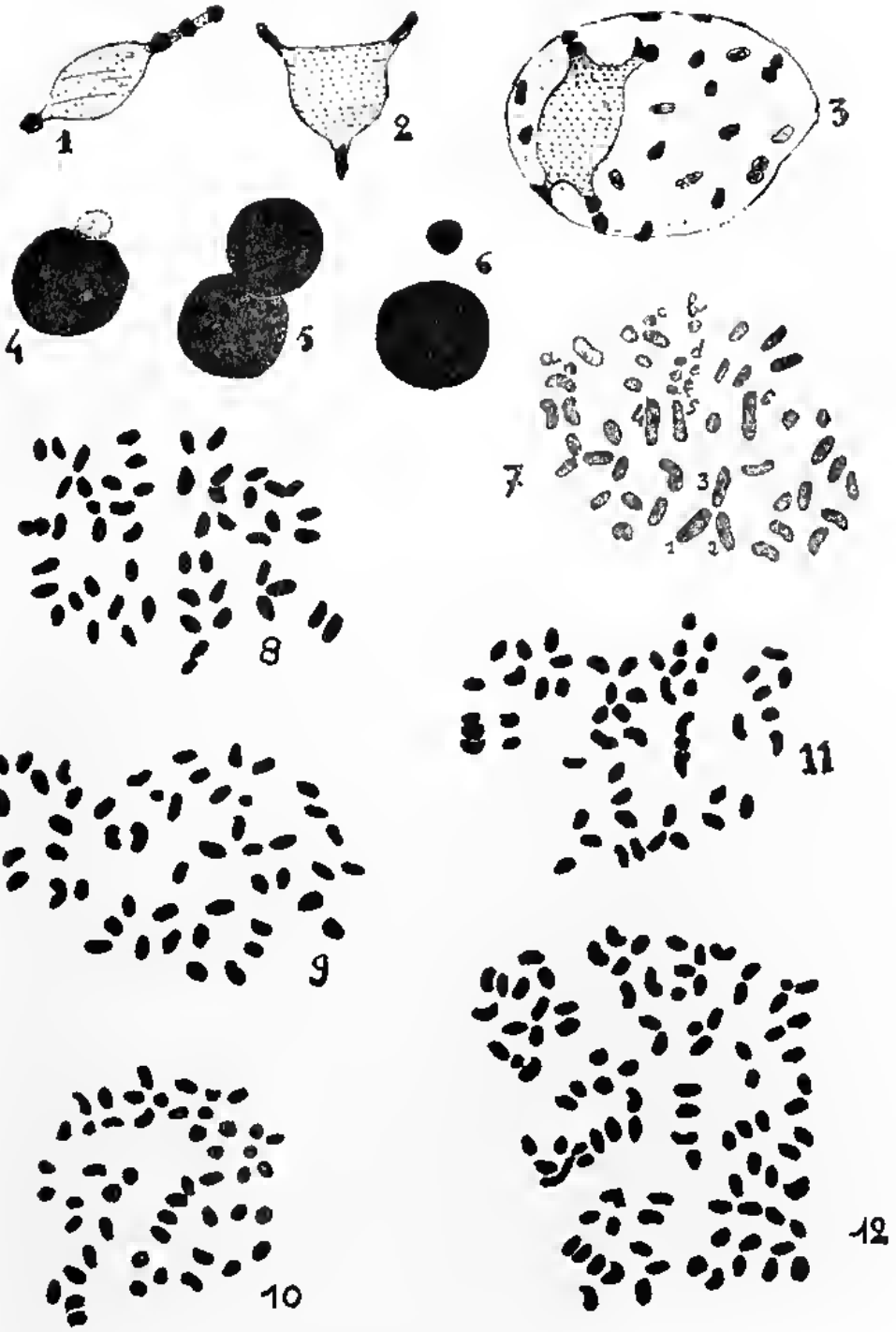
Source : MNHN, Paris

## PLANCHE III

(6 mm représentent environ 1 μ).

1. — Rapport nucléole-chromocentre et clivage chez le *Canistrum aurantiacum*.
2. — Rapport nucléole et chromocentre chez le *Billbergia Saundersii*.
3. — Rapport nucléole et chromocentre chez le *B. Saundersii*.
4. } Bourgeonnement nucléolaire chez le *Tillandsia variegata*.
5. }
6. }
7. — Plaque métaphasique chez le *Vriesea splendens*, $2n = 48$.
8. — Plaque métaphasique chez l'*Aregelia sarmentosa*, $2n = 54$.
9. — Plaque métaphasique chez le *Canistrum amazonicum*, $2n = 50$.
10. — Plaque métaphasique chez l'*Aechmea candida*, $2n = 50$.
11. — Plaque métaphasique chez le *Billbergia Saundersii*, $2n = 54$.
12. — Plaque métaphasique chez le *Tillandsia variegata*, $2n = 96$.

Source . MNHN, Paris




ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

Source : MNHN, Paris

Source . MNHN, Paris

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CARYOLOGIQUE DES TILLANDSIÉES

(*avec les pl. IV-VI*)

par

J. GAUTHÉ

La caryologie et la cyto-taxinomie des Broméliacées n'avaient été que peu développées avant le travail de Weiss, qui entreprit une étude plus détaillée de cette famille de ces points de vue.

Devant les résultats intéressants obtenus, il a paru utile de poursuivre ces recherches en s'attachant plus spécialement á la tribu des Tillandsiées, qui est une des plus nombreuses et, de plus, la mieux représentée dans les serres du Muséum.

***

Il ne semble pas nécessaire de préciser ici la position systématique de cette tribu à l'intérieur des Broméliacées, puisque Weiss a donné les grandes lignes de la classification de la famille avant de présenter ses recherches, ni de résumer les travaux caryologiques la concernant dont il a fait le recensement.

Je rappelerai seulement le mémoire de Billings (1904) sur le *Tillandsia usneoides* L., le travail d'ensemble de Lindschau (1933) qui a examiné les *T. juncea* Lec. ($2n = 96$), *T. Lindeniana* Regel ($2n = 64$), *T. streptophylla* Scheidw. ($2n = 64$), les observations de Doutreligne (1940) sur la structure des noyaux et leur évolution au cours de la mitose chez plusieurs *Vriesea*. Pour cet auteur, les noyaux sont dépourvus de tout réseau visible et possèdent des euchromocentres toujours moins nombreux que les chromosomes ; ce phénoméne pourrait être expliqué par le fait que les chromocentres apparemment manquants sont invisibles pendant l'interphase par leur perte de chromaticité.

Weiss, au contraire, dans la note précédente, montre que, dans l'ensemble de la famille, les noyaux sont réticulés-chromocentriques, bien que les chromosomes soient de petites dimensions, et propose une hypothèse, qu'il conviendra de discuter, pour faire comprendre la différence existant entre le nombre des chromocentres et celui des chromosomes métaphasiques. Il pense également que la tribu des Tillandsiées rassemble des espèces dont le nombre chromosomique de base est égal à 8. Il suggère de lui rattacher, le genre *Bromelia* qui possède aussi ce nombre de base, alors que les autres genre de la sous-famille, dont il était jusqu'à présent le type en raison de son ovaire infère, ont soit $x = 25$, soit $x = 9$.



Source : MNHN, Paris

## RECHERCHES PERSONNELLES

### MATÉRIEL ET TECHNIQUES

Toutes les espéces étudiées proviennent des collections des serres du Muséum.

Les observations ont porté principalement sur des méristèmes radiculaires et plus rarement sur des tissus floraux.

Le matériel a été fixé aux liquides de Helly et de Nawashin et les coupes transversales et longitudinales faites á 7,5 μ d'épaisseur.

Les colorations furent faites selon les méthodes habituelles. La plus employée fut la technique nucléale de Feulgen. L'hématoxyline de Heidenhain fut rarement utilisée. Le violet-cristal (méthode Clausen-Oehlkers) employé uniquement aprés fixations au Nawashin, nous a donné d'assez bons résultats surtout dans les cas où une trop grande abondance de tanins et de gommes rendait la coloration au réactif de Schiff impossible.

Mais les résultats les meilleurs furent obtenus avec ce dernier réactif, après une hydrolyse de 14 minutes et un séjour de 4 heures á 4 heures et demie dans ce réactif. Il est préférable de laisser un long temps de passage à l'eau avant la différenciation à l'eau sulfureuse qui doit être très rapide. Cette méthode a l'avantage de renforcer la coloration, ce qui n'est pas á négliger avec ce matériel assez peu chromatique en général.

Nous avons étudié 16 espéces, dont 14 non encore examinées du point de vue caryologique, appartenant aux 3 genres suivants : *Tillandsia*, *Vriesea*, *Guzmania*. Ce sont :

*Tillandsia tricolor* Cham. et Schlechtend.
— *fasciculata* Swartz
— *streptophylla* Scheidw.
— *imperialis* Morr. ex André = *strobilantha* Bak.
— *peraffinis* Mez
— *punctulata* Cham. et Schlechtend.
— *dianthoidea* Rossi
— *tenuifolia* L.
— *compressa* Bertero
— *utriculata* L.
— *juncifolia* Regel = *juncea* (Ruiz. et Pav.) Lec.
— *anceps* Lodd.
*Vriesea hieroglyphica* (Carr.) Morr.
— *Holscheriana* (?) (1)
*Guzmania tricolor* Ruiz. et Pav.
— *musaica* (Lind. et André) Mez (cultivé sous le nom de *Vriesea musaica* (Cogn. et March.)

(1) Il s'agit bien d'un *Vriesea* ; mais ce nom, porté sans nom d'auteur sur l'étiquette de la plante, n'a pu être retrouvé dans les Index.

Source . MNHN, Paris

## RÉSULTATS OBTENUS

### I. — TYPES DE STRUCTURE NUCLÉAIRE ET MITOSE

#### A. — Étude du **Tillandsia tricolor** Cham. et Schdl.

Nous avons choisi cette espèce comme type de la majorité des *Tillandsia* ; elle est, en effet, bien caractéristique du genre et de plus abondamment représentée dans les serres, ce qui nous a permis de très nombreuses observations.

Cette espèce produit des racines tout au long de l'année, mais les meilleurs résultats furent obtenus avec le matériel fixé au début de l'été. Cela tendrait à faire penser que la qualité de la chromatine serait en rapport avec la période d'activité de la plante, fait d'ailleurs non spécial à cette espèce.

La coiffe est toujours bien développée dans les racines aériennes de même qu'une ou plusieurs assises de cellules vides protectrices dans les régions plus éloignées. L'écorce externe est toujours, dés les régions méristématiques mêmes, caractérisée par des poches à raphides que nous retrouverons, chez toutes les espéces, plus ou moins bien développées. Ici, elles peuvent atteindre jusqu'á 25 $\mu \times 10 \mu$, dans certains cas, on peut aussi observer des prismes.

*Noyau quiescent.*

Il se présente toujours avec un réticulum net bien que très fin et très serré (semblable à da description donnée à propos du *Pitcairnia integrifolia* par Weiss) ; des chromocentres, très petits, ressortent á peine et sont ici impossibles á dénombrer (Pl. IV, fig. 1).

Un nucléole est toujours visible, il est le plus souvent unique.

Pour la taille du noyau dans les différents stades, il faut avoir soin de préciser la catégorie de noyaux étudiés, car celle-ci varie dans de très grandes limites ainsi que l'ont établi Doutheligne et Lindschau.

Le nucléole est toujours structuré et on y distingue (surtout dans les noyaux des cellules de la coiffe) jusqu'à 5 corps irréguliers, réfringents, jaunâtres, de taille trés variable, qui semblent être des cristaux. Ils subsistent tant que persiste le nucléole. Parfois, il existe un seul corps intranucléolaire, à allure de vacuole et qui peut avoir un diamètre atteignant jusqu'á la moitié de celui du nucléole. Ces productions se retrouveront d'une manière habituelle chez toutes les espéces étudiées. Elles ne constituent d'ailleurs pas un caractère exceptionnel dans la Iamille et leur présence a été signalée chez des saules, des ranales arborescentes (Delay, 1946-1948).

En rapport avec le nucléole, il existe 2 ou 3 petits chromocentres épinucléolaires (en général 2) qui sont toujours à l'intérieur de l'aire de rétraction due au fixateur, et qui semblent accolés au nucléole. Aprés coloration á

Source . MNHN, Paris

l'hématoxyline on peut voir que, le plus souvent, un très fin filament les relie au nucléole. Ces chromocentres épinucléolaires sont tous de même taille chez cette espèce, soit de l'ordre de 0,2-0,3 μ.

Lorsqu'il y a deux nucléoles par noyau (ils sont alors de taille différente) tous deux possèdent leurs chromocentres épinucléolaires.

*Noyau interphasique.*

Un peu différent du noyau au repos, il s'en distingue par des chromocentres plus chromatiques qui se détachent mieux sur le réticulum. De plus, ils semblent parfois groupés par deux. Le noyau et le nucléole sont de taille légèrement plus élevée. Les chromocentres épinucléolaires sont de même dimension, peut-être sont-ils un peu plus chromatiques. Les autres chromocentres sont en plus grand nombre que dans le noyau quiescent, mais sans doute ceci est-il dû au fait qu'ils sont plus visibles (Pl. IV, fig. 2).

*Prophase.*

Au cours de la prophase, nous voyons apparaître un nombre de chromocentres de plus en plus élevé.

Dans la première partie de la prophase, le réseau persiste, mais ses mailles deviennent moins serrées. Certains chromocentres ont une taille plus grande et tranchent nettement sur le fond nucléaire, qui, peu à peu deviendra de plus en plus clair, comme si la matière chromatique, d'abord diffuse, se concentrait dans les chromocentres.

Ces chromocentres, que l'on voyait par deux assez souvent en interphase, se rapprochent et de nombreux groupes de deux sont ainsi visibles. Mais certains restent encore très petits et á peine discernables (Pl. IV, fig. 3).

Souvent, bien que non constante, on peut discerner une grosse masse chromatique, trés colorée, située le plus souvent au voisinage du nucléole mais sans rapports avec lui ; cette masse, qui paraît formée de plusieurs parties, est un chromocentre composé qui résulte, sans doute, d'associations, d'accolements secondaires entre chromocentres. Le nombre des constituants ne semble pas constant, la forme ne l'est pas non plus. Les différentes parties sont parfois plus ou moins espacées, mais on ne distingue pas de ponts chromatiques entre elles, si ce n'est des groupes de deux tout à fait semblables aux autres.

Il peut aussi parfois subsister des ponts chromatiques entre chromocentres qui proviennent, sans doute, de restes ayant retenu une quantité plus grande de chromatine avant que celle-ci ne se concentre dans les chromocentres. Ces cordons peuvent aussi prendre une allure en chapelet en reliant plusieurs chromocentres.

Le nucléole a encore accru légèrement son volume, les deux chromocentres épinucléolaires sont toujours visibles, leur grosseur n'ayant pas varié.

A un stade plus avancé, le réticulum a pratiquement disparu. Les chromocentres sont encore plus nombreux et groupés presque tous par paires. Il est probable que les petits chromocentres du noyau interphasique vont se grouper

Source : MNHN, Paris

par deux pour former ce qui donnera plus tard les chromosomes. Toutes ces masses chromatiques se détachent très nettement sur le fond incolore. Certaines sont encore simples, du moins en apparence. Le nucléole persiste toujours à ce stade mais les chromocentres épinucléolaires ont disparu. Il est probable qu'ils ont subi le même sort que les autres et se sont unis à d'autres chromocentres du réseau auxquels ils devaient être reliés par de fins filaments achromatiques (chez d'autres espèces on a pu observer ces chromocentres épinucléolaires accolés à une autre masse de même taille qu'eux).

Quant au mégachromocentre composé, ses constituants ont dû subir le sort commun puisqu'il a totalement disparu. Il a été impossible de suivre leur destinée car, en prophase avancée et en fin de prophase, tous les chromocentres offrent le même aspect avec leurs deux parties rapprochées (Pl. IV, fig. 4).

En fin de prophase, tous les chromocentres sont plus chromatiques, le noyau s'est encore accru et a atteint son maximum de volume (6 × 7 $\mu$ au moins pour un noyau du cylindre central qui atteignait environ 5 $\mu$ de diamètre en interphase). Le fond nucléaire est parfaitement incolore, les chromocentres plus nombreux sont tous en périphérie. De la forme légèrement allongée qu'ils avaient avant, ils sont passés à un aspect plus condensé, d'où plus chromatique, laissant de chaque côté des prolongements achromatiques, tandis qu'au milieu seule subsiste la constriction d'insertion. Leur nombre qui n'a pas cessé de croître depuis le début de la prophase est encore inférieur au nombre somatique de l'espèce (Pl. III, fig. 5).

Le nucléole doit disparaître à ce stade bien que dans certaines figures il soit encore présent.

Weiss avait admis le dédoublement plus ou moins tardif de ces chromocentres ; pour notre part, nous n'en n'avons pas observé à ce moment de la prophase.

*Métaphase.*

Les chromocentres vont quitter la périphérie du noyau et envahir tout l'espace nucléaire avant d'aller former la plaque équatoriale. A ce stade de prémétaphase, ils ont un aspect très condensé et atteignent leur maximum de chromaticité. Les constrictions d'insertion ne sont plus visibles. Comme ces masses sont très serrées et de plus souvent accolées et non situées dans un même plan, il est impossible de les compter (Pl. IV, fig. 6).

Puis les chromosomes (nous pensons qu'on peut leur donner ce nom dès que l'on ne distingue plus les deux chromocentres formateurs) se disposent en plaque. Ces plaques sont en général très serrées, ceci étant d'ailleurs général chez toutes les espèces de Tillandsiées étudiées. Le dénombrement est toujours assez difficile vu la petitesse et la coalescence de ces chromosomes. Les meilleures plaques observées se trouvent dans le cylindre central en des régions assez éloignées du méristème et aussi dans l'assise corticale la plus externe.

Nous avons pu ici en dénombrer 64, en forme de courts bâtonnets, plus

Source : MNHN, Paris

ou moins ponctiformes. L'espèce rentre donc bien dans la série des Tillandsioidées, définie par les auteurs précédents, en admettant 8 comme nombre de base. L'espéce serait octoploïde (Pl. V, fig. 3).

En vue latérale, la plaque a l'aspect d'une bande intensément colorée, de largeur uniforme, les chromosomes semblent disposés parallélement aux fibres fusoriales comme le faisait remarquer Doutreligne (Pl. IV, fig. 7).

On peut toujours distinguer un fuseau qui se forme au départ de la plaque, mais nous n'avons jamais observé ni asters ni centrosomes.

*Anaphase.*

En anaphase, les chromosomes ont déjà bien diminué de taille et de chromaticité. Leur nombre est toujours inférieur au nombre chromosomique, sans doute certains sont-ils devenus indivisibles déjá, car d'autres sont juste á la limite de visibilité.

En vue latérale nous avons l'aspect de deux bandes parallèles s'éloignant vers les pôles de façon synchrone. Nous n'avons jamais observé de chromosomes en avance ou en retard. Le fuseau est toujours visible.

*Télophase.*

Les chromosomes forment aux deux pôles un ensemble très serré, plus chromatique qu'en anaphase, ils sont trés tassés et minuscules et aucun détail ne peut être distingué. Le fuseau est toujours très net mais va disparaître dès le début de formation des noyaux-fils (Pl. IV, fig. 10).

Peu à peu la membrane nucléaire des noyaux-fils va apparaître, les noyaux vont s'accroître et, de ce fait, les chromosomes pourront se répartir dans un plus grand volume et deviendront plus visibles. Ils sont disposés à la périphérie, leur nombre est faible et leur chromaticité ne cessera de décroître. Ces noyaux offriront l'aspect de prophases avec des chromocentres groupés par deux qui vont s'écarter pendant que se reformera le réseau ; au cours de l'évolution vers le noyau quiescent, ces chromocentres deviendront pratiquement invisibles.

Après avoir vu se reformer, puis disparaître ces masses doubles en télophase, on peut imaginer une explication de la prophase. On peut penser que le dolichonema se déspiraliserait, en télophase, en partant de la région de la constriction d'insertion, cette déspiralisation se faisant des deux côtés amènerait l'écartement des chromocentres (qui représenteraient la partie encore enroulée et terminale des chromosomes). En prophase, les phénoménes inverses se produiraient, la déspiralisation débutant par les parties terminales restées plus ou moins enroulées (Pl. IV, fig. 11).

Le nucléole qui se reforme dans les noyaux-fils (déjà bien évolués) est signalé dès ses premiers stades par ses corps réfringents qui en sont donc bien des constituants normaux.

Source : MNHN, Paris

## B. — Étude du **Guzmania tricolor** Ruiz. et Pav.

Cette espéce, qui donne des racines nombreuses et de taille nettement plus grosse que chez les autres genres, a cependant été trés difficile á étudier.

En effet, une abondance inaccoutumée de gommes et de tanins rendit les colorations au réactif de Schiff impossibles et il fut nécessaire d'utiliser le violet de gentiane (méthode de Clausen-Oehlkers). Les résultats, irréguliers, furent parfois assez bons, permettant des observations intéressantes.

L'épaisseur de cellules vides protectrice périphériques est assez considérable, et dans l'écorce externe les raphides, en grande quantité, peuvent atteindre d'importantes dimensions (jusqu'à 30 × 15 μ). Ces raphides, à la différence de ce qui a lieu chez d'autres espéces, offrent toutes les orientations. Il semble qu'il y ait un rapport entre leur abondance et la grande quantité de gommes et de tanins.

*Interphase.*

Le noyau est trés nettement réticulé avec chromocentres ; ces chromocentres de quelques dizièmes de μ á peine, trés nettement visibles, nombreux, sont disposés sur un réticulum assez serré, mais achromatique, qui se devine plus qu'il ne se voit (Pl. V, fig. 1).

Le nucléole présente toujours au moins deux chromocentres épinucléolaires (jusqu'à 4-5, parfois). Ils peuvent atteindre une taille importante et être reliés á un autre chromocentre du réticulum. Ils sont toujours à l'intérieur de l'aire de rétraction due au fixateur, ce qui indique leur rapport avec le nucléole (d'environ 1,7 μ de diamétre) qui peut même être déformé de ce fait. Ainsi, le nucléole chez cette espèce semble intervenir activement dans la synthése de la chromatine.

*Prophase.*

Au début de la prophase, le réticulum est toujours présent mais les chromocentres vont se rapprocher par deux ou trois pour donner les masses prophasiques. Mais l'aspect est encore trés semblable á celui du noyau interphasique si ce n'est le réseau un peu moins serré et les masses chromatiques plus grosses.

Puis la chromaticité augmente, certaines masses sont trés importantes, bien plus que les chromocentres en fin de prophase. Il s'agit sans doute de rapprochements plus ou moins accidentels car le nombre et la forme de ces chromocentres composés ne sont pas constants. Nous observons parfois la présence d'un micronucléole (Pl. VI, fig. 2).

Le réseau peu á peu disparaît complètement, les masses composées vont donner des chromocentres typiques de fin de prophase, semblables à ceux issus directement des chromocentres interphasiques isolés. Les chromocentres épinucléolaires se séparent du nucléole et leur destinée se confond avec celle des chromocentres normaux (Pl. VI, fig. 3).



Source : MNHN, Paris

En fin de prophase, les chromocentres offrent un aspect très ramassé avec des constrictions d'insertion à peine ou pas visibles.

*Métaphase.*

Elle est normale, les chromosomes sont ici de très faible taille (0,5 μ), corrélativement les plaques sont ici plus petites. On a pu en compter 48 en très courts bâtonnets. Il s'agirait d'une espèce hexaploïde ayant toujours 8 comme nombre de base.

*Anaphase et télophase.*

Elles ne présentent aucun caractère particulier. Dans les noyaux-fils, contrairement à ce qui se produit chez les *Tillandsia*, on peut voir des masses plus importantes reliées par des parties de réseau plus chromatiques. Ces masses vont persister en interphase et se réduire à des chromocentres simples et plus petits dans les noyaux au repos (Pl. VI, fig. 5).

### C. — Étude du **Guzmania musaica** (Lind. et André) Mez

Les noyaux de cette espéce sont bien plus chromatiques que ceux des deux exemples précédents. Ceci est sans doute dû à une structure nucléaire particulière que nous allons étudier.

*Noyau quiescent.*

Le noyau au repos, tel qu'il nous apparaît dans les cellules de la coiffe, est de même type que celui des *Tillandsia*. Le réticulum est net avec des chromocentres très fins, pour ainsi dire invisibles, sauf quelques-uns qui ressortent plus. Le nucléole assez volumineux (2 μ, pour un noyau d'environ 9 × 8 μ), est toujours visible avec 1 ou plusieurs corps intranucléolaires et 2 chromocentres épinucléolaires dont l'un peut être plus gros que l'autre.

Mais il faut toujours se baser sur le noyau interphasique pour définir une structure nucléaire, et nous allons voir que ceci est bien vrai pour l'espèce étudiée.

*Noyau interphasique.*

Le noyau interpbasique et l'évolution prophasique sont ici très différents de ceux observés chez le *Tillandsia* et le *Guzmania tricolor* étudiés précédemment, et se rapprochent plus de ceux du *Vriesea splendens* pris comme type des Tillandsioidées par Weiss. Toutefois, il ne semble pas y avoir lieu de distinguer ici les noyaux des zones méristématiques proprement dites et ceux des régions plus éloignées, les différences étant vraiment minimes.

Le noyau interphasique est caractérisé par plusieurs masses très chro-

Source : MNHN, Paris

matiques, assez grosses (plus de 1 $\mu$), se détachant très nettement sur le réticulum ici moins marqué, comme si la matière chromatique avait déserté le réseau pour se condenser dans ces masses. Un tel noyau est bien reconnaissable (Pl. VI, fig. 6).

Ces masses apparaissent formées de plusieurs constituants, sans que l'on puisse les dénombrer car ils sont trop coalescents. Le minimum observé est de 8 masses, disposées à la périphérie avec le réseau auquel elles sont reliées ; on peut voir de telles liaisons qui aboutissent parfois à un très petit chromocentre isolé. Elles n'ont aucun rapport avec le nucléole, en effet, elles sont toujours avec le réseau en dehors de l'aire de rétraction du fixateur.

Chose curieuse, on n'observe jamais de chromocentres épinucléolaires, pas plus que dans la prophase.

*Prophase.*

Nous verrons alors peu á peu ces masses se déformer, s'allonger en cordons épais, se fragmenter en donnant soit des groupes de chromocentres, soit des chromocentres simples. On peut voir souvent de véritables clivages avec un pont chromatique, ou bien encore les cordons peuvent s'égrainer comme un chapelet (Pl. VI, fig. 7 et 8).

Il est bien entendu que chacune des masses interphasiques ne suit pas forcément la même évolution et il n'a pas été observé de stade avec 7 cordonnets bien formés comme l'a décrit Weiss.

Toutes ces modifications vont aboutir à la formation d'un nombre de plus en plus grand de masses chromatiques d'importance variable, certaines pouvant être très petites. On peut voir plusieurs de ces chromocentres groupés par deux ; l'ensemble évoluera en un chromosome. Le nucléole encore présent a légèrement diminué de volume (Pl. VI, fig. 9).

Ces nombreux couples vont accroître leur chromaticité et s'allonger, aboutissant á une image de fin de prophase caractéristique qui rappelle celle des autres types. La seule différence avec le même stade chez *Tillandsia tricolor* réside dans le fait que ces chromocentres sont plus allongés et présentent une constriction d'insertion bien visible, sauf certains qui sont nettement punctiformes et correspondent sans doute aux chromosomes de même forme observés en métaphase (Pl. VI, fig. 10).

D'ailleurs le nombre de ces chromocentres prophasiques est égal ou très peu différent du nombre chromosomique, ce qui exclut l'idée de chromocentres pouvant se dédoubler pour donner les chromosomes. De plus, ils ont á peu prés la même taille que les chromosomes, la forme étant cependant plus courbée.

*Métaphase.*

En prémétaphase, les chromosomes sont encore plus chromatiques, mais à la différence des *Tillandsia* où ils avaient un aspect plus ramassé, ici, ils conservent presque leurs formes et leurs dimensions de fin de prophase. La constriction d'insertion est encore visible (Pl. VI, fig. 11).

Comme les chromosomes ne sont pas encore tous sur un même plan,

Source : MNHN, Paris

l'ensemble est assez confus, ne permettant pas la numération, mais on peut parfois reconnaître ceux qui sont punctiformes.

En métaphase, le nucléole n'est jamais visible. On peut dénombrer 48 chromosomes dans les plaques. Ils sont nettement différents de ceux du *Tillandsia*. Ils ne sont pas tous semblables, en particulier, il en existe 6 punctiformes, il semble aussi qu'il y en ait 6 plus grands mais les différences sont peu marquées (Pl. V, fig. 11).

Est-ce l'indication qui permet d'admettre que l'espèce est hexaploïde ? L'existence de 8 masses interphasiques, chacune correspondant sans doute à un stock haploïde de chromatine, semble confirmer cette hypothèse et le nombre de base serait x = 8, comme chez les autres *Tillandsieae*.

Nous pouvons signaler aussi que les constrictions sont encore parfois visibles en particulier dans les chromosomes les plus longs.

*Anaphase et télophase.*

Elles n'offrent rien de particulier. Les deux lots chromosomiques s'éloignent de façon synchrone.

Les chromosomes sont devenus très petits et punctiformes mais restent assez chromatiques en télophase. Leur nombre décroît tandis qu'ils se rapprochent pour redonner les masses interphasiques ou bien vont s'estomper peu à peu dans le noyau quiescent, le réseau restant à peu prés seul visible. C'est ce type de noyau interphasique et de mitose qui a été retrouvé chez les deux *Vriesea* examinés ici et qui rappelle beaucoup celui décrit par WEISS pour le *V. splendens*. Nous le désignerons ultérieurement sous le nom de « type *Vriesea* ».

## D. — ÉTUDE DU **Tillandsia utriculata** L.

Cette espèce constitue un type tout à fait spécial rencontré nulle part ailleurs.

Les racines ne présentent que de très rares raphides, de petite taille. Autour se trouve un manchon de cellules protectrices en couches très aplaties qui se desquament.

*Noyau quiescent.*

Il nous apparaît réticulé avec de petits chromocentres et parfois une ou deux masses plus importantes très chromatiques provenant des masses interphasiques dégénérant. On peut voir aussi deux chromocentres épinucléolaires.

Ce noyau est totalement différent du noyau interphasique.

*Noyau interphasique.*

Le noyau interphasique, observé dans la région méristématique, rappelle un peu celui du *Guzmania musaica* par la présence de plusieurs masses chromatiques, mais leurs dimensions et leur chromaticité plus fortes lui conférent un aspect spécial (Pl. VI, fig. 12).

Source : MNHN, Paris

On peut observer au minimum 8 masses chromatiques dont le diamétre peut atteindre 3 μ ; tandis que le réseau est moins sérré et moins visible. Ces masses, qui sont plus compactes que celles observées chez les *Vriesea*, peuvent être reliées plus ou moins entre elles, plus ou moins fusionnées parfois, de telle sorte que l'ensemble offre l'aspect d'une large tache rouge au Feulgen (Pl.VI, fig. 13).

Le nucléole est bien visible, sphérique et incolore, il tranche nettement sur le réseau. Il possède un seul corps réfringent et jamais de chromocentres épinucléolaires. Il est intéressant de noter à ce sujet que, quand les chromocentres ont tendance á se grouper en chromocentres composés, les petits chromocentres épinucléolaires ont tendance à disparaître (cf. *Vriesea* en général) ; ici, nous avons le maximum de coalescence et ils sont toujours absents.

*Prophase.*

Ces chromocentres composés vont donner des chromocentres de plus en plus simples et de plus en plus nombreux. Les masses interphasiques deviennent tout d'abord moins compactes, s'allongent ou s'étalent, émettent des filaments chromatiques reliés à des chromocentres plus ou moins individualisés. Les figures sont très variées et curieuses (Pl. VI, fig. 14). Il peut aussi se former des cordons plus épais, tortueux ou bien des chapelets s'égrenant.

Nous aboutissons à un noyau dont le nombre de masses composées est élevé et qui comprend déjá quelques chromocentres libres. Le réseau est encore présent, mais déjà atténué ; il ne tardera pas à disparaître. On peut avoir environ une vingtaine de masses à ces stades.

Puis le morcellement continuant, le nombre des chromocentres croît toujours et, en fin de prophase, le noyau offre un aspect plus classique, en général moins chromatique, où les chromocentres laissent souvent voir leur constriction tandis que d'autres sont encore accolés.

Le fond nucléaire est devenu clair et sans formation réticulée, mais on peut toujours y distinguer le nucléole.

Dès lors, l'évolution est tout à fait classique, suivant le mode décrit chez *Tillandsia tricolor*. Dans les derniers stades de prophase, on peut dénombrer une quarantaine de chromocentres ; le noyau a augmenté de taille tandis que le nucléole est un peu plus petit.

Il eût été intéressant d'observer des plaques métaphasiques et de voir si possible des chromosomes homologues pour vérifier que l'espèce a bien 8 comme nombre de base, ainsi que le laissent prévoir les masses interphasiques, chacune d'elles groupant sans doute les chromosomes homologues.

Malheureusement, il n'existe qu'un seul échantillon de cette espèce dans les serres du Muséum, et encore n'est-il pas trés vigoureux, aussi, n'avons-nous pas pu faire d'autres observations. Les seules métaphases observées étant en vue latérale ne nous ont rien appris.

L'anaphase et la télophase d'aprés les figures observées semblent tout à fait normales.

Source : MNHN, Paris

## II. — CARACTÈRES DES AUTRES ESPÈCES ÉTUDIÉES

### A. — Genre Tillandsia

**Tillandsia fasciculata** Swartz.

Cette espèce ne présente pas de différences notables avec le *Tillandsia tricolor*. Les racines sont en général plus grosses que la moyenne pour le genre (elles peuvent dépasser 1 mm) et présentent toujours des raphides dans l'écorce externe.

Les noyaux sont très nettement du type réticulé et on retrouve chez cette espèce la tendance des chromocentres à former un chromocentre composé en début de prophase. Plus spéciale à cette plante, nous avons pu observer ici la persistance du nucléole jusqu'au début de la prémétaphase.

En plaque métaphasique, nous pouvons dénombrer 56 chromosomes, en courts bâtonnets, ou plus ou moins punctiformes (Pl. V, fig. 4). Quel nombre de base doit-on attribuer á cette espéce ? Une certaine logique conduirait à admettre qu'il s'agit d'une espèce octoploïde dont x serait égal à 7. Toutefois, si on considère l'existence d'espéces á 32, 43, 64 ou 96 chromosomes, il paraît tentant de suggérer qu'il s'agit d'une espèce heptaploïde de base 8 se rangeant naturellement dans cette série polyploïde.

**Tillandsia Botterii** Morr. ex Bak.

Cette espèce, qui n'est autre que *Tillandsia tricolor* Cham. et Schlechtend., fut fixée par mégarde. Elle nous a permis cependant de vérifier tous les résultats obtenus sur notre espèce type. Le nombre chromosomique est bien $2n = 64$.

**Tillandsia streptophylla** Scheidw.

Cette espèce fut déjá étudiée par LINDSCHAU, qui dénombra 64 chromosomes. Nous avons pu vérifier ce chiffre, l'espéce est donc octoploïde (Pl. V, fig. 5).

Les chromosomes sont petits, ovoïdes ou en courts bâtonnets (0,3 µ). Il existe un mégachromocentre composé où l'on a pu distinguer jusqu'à 8 chromocentres élémentaires (nous pouvons remarquer que ce chiffre est égal au nombre de base).

La mitose suit le schéma habituel décrit á propos du *Tillandsia tricolor*. Peut-être la différence de taille entre chromocentres en fin de prophase et chromosomes métaphasiques est-elle plus forte chez cette espèce.

**Tillandsia imperialis** Morr. ex André.

Nous n'avons aucune particularité á signaler á propos de cette espèce. Le noyau est typiquement réticulé avec tendance à former un chromocentre composé.

L'espèce comporte 64 chromosomes très semblables à ceux des autres espèces (Pl. V, fig. 6).

Source : MNHN, Paris

**Tillandsia paraffinis** Mez.

Nous avons pu fixer chez cette plante des méristèmes radiculaires et des fleurs.

De nombreuses fleurs, à des stades souvent très jeunes, furent fixées, au liquide de Helly. Nous n'avons rencontré aucune difficulté dans la fixation le matériel se colorant trés bien, mais il n'en n'a pas été de même pour la mise en évidence de la méiose.

La plupart des fleurs étaient déjà fort avancées et les grains de pollen déjà formés.

De plus, trés souvent, des cas de dégénérescence des cellules-mères, á partir du leptotène, furent observées, ne permettant aucune étude. Chez d'autres espèces comme le *Tillandsia dianthoidea*, nous n'avons rien pu observer, mais ici, nous avons eu la chance de rencontrer les quelques stades que nous allons décrire.

Étude de la méiose.

Les cellules-mères relativemcnt peu nombreuses, sont de forme arrondie, plus ou moins ovoïdes et mesurent en moyenne 30 × 20 μ.

*Diacinèse.*

Le noyau (14 μ) apparaît incolore avec des chromocentres trés peu colorés. Ces chromocentres sont dispersés en périphérie du noyau et apparaissent toujours groupés par deux (Pl. V, fig. 7).

Ils ont tous la même forme, légèrement allongée, certains étant légèrement plus gros. Beaucoup semblent déjà clivés. Leur nombre est égal au nombre haploïde relevé en métaphase.

Le nucléole, en général absent, a pu être observé quelquefois (3,5 μ), ce qui semblerait indiquer sa disparition au début de ce stade.

*Métaphase.*

Les chromosomes sont ici trés chromatiques et forment une plaque assez dense se prêtant bien à la numération.

Ils ont un aspect en boule et sont plus gros qu'en diacinèse (1,5 × 1 μ), ils ne sont pas tous semblables, certains étant plus allongés tandis que d'autres sont presque sphériques. Les chromosomes sont groupés par paires et présentent des traces de clivage (Pl. V, fig. 8).

En vue latérale, aucune formation fusoriale n'est visible. Les chromosomes sont alignés et disposés verticalement, les clivages étant très nets (Pl. V, fig. 9).

Le nombre haploïde est ici de 32, ce qui correspond au nombre somatique de 64 trouvé dans les plaques du méristème radiculaire.

*Anaphase.*

Elle semble normale. Les chromosomes se séparent et les deux lots s'éloignent de façon synchrone, il ne semble pas y avoir de chromosomes en avance ou en retard.

Source : MNHN, Paris

Cette méiose, d'après les quelques stades que nous avons pu observer, semble normale. Ces résultats seraient en accord avec les observations de Collins et A. Kerns sur les *Ananas*, ces auteurs insistant sur la régularité de conjugaison des chromosomes.

Mais il serait certainement intéressant de pouvoir étudier les premiers stades de la prophase et de voir s'il n'y aurait pas des figures intéressantes comme c'est le cas pour la prophase somatique.

Le noyau dans l'assise tapétale.

Au cours de nos recherches sur la méiose nous avons pu accessoirement observer les noyaux du tapis.

Le tapis des Broméliacées avait été déjà bien étudié par Lindschau, et, en particulier, son rôle dans la sécrétion de substances mucilagineuses.

Nous nous bornerons ici à décrire un noyau en bon état car il offre un bon exemple de noyau réticulé.

La taille, ainsi que la forme, sont variables, mais, en moyenne, un noyau mesure 6 × 7 μ. Le réticulum est toujours très net avec de nombreux chromocentres. Un mégachromocentre composé semble constant (il avait d'ailleurs été figuré dans les dessins de Lindschau) et paraît formé d'au moins trois chromocentres simples.

Parfois, il existe plusieurs centres de condensation des chromocentres mais il s'agit déjà là de signes de dégénérescence.

Le nucléole visible mesure 1,5 à 2 μ.

Les productions d'oxalate.

Dans les tissus de la fleur, elles sont très abondantes, aussi bien dans les tissus de l'ovaire que dans ceux de l'anthère.

Ce sont des raphides qui ont le même aspect que dans les racines. Elles ont déjà été signalées, en particulier par Kugler chez des *Bilbergia*, où elles sont parallèles au grand axe de l'anthère, il en existerait aussi dans le sac pollinique et les grains de pollen. Les choses seraient identiques chez des *Vriesea* sauf dans le grain de pollen.

Dans les sépales, au contraire, nous trouvons des cristaux en oursin, de 4,5 μ de diamètre pour les plus grands. Ces cristaux font toujours défaut dans les pétales.

De telles productions ne sont pas spéciales aux Broméliacées puisqu'elles ont pu être observées en particulier par Eichhorn sur les fleurs de palmiers.

**Tillandsia punctulata** Cham. et Schlechtend.

Le noyau est du type normal, avec cependant une forte tendance à donner des chromocentres composés en interphase et en début de prophase. Ces masses peuvent même être assez développées mais il est impossible d'évaluer le nombre des constituants. Les stades en cordonnets et en chapelets sont aussi plus fréquents (Pl. VI, fig. 4).

Deux chromocentres épinucléolaires sont présents, ils peuvent s'allier à deux autres chromocentres du réseau, pour donner les chromocentres doubles comme le font les autres.

Source : MNHN, Paris

Les plaques métaphasiques ont révélé ici encore 64 chromosomes ayant les caractéristiques habituelles.

**Tillandsia dianthoidea** Rossi

La plante donne ici des racines très nombreuses, mais très fines qui sont difficiles à inclure correctement.

Ces racines possèdent toujours une écorce externe importante, formée de nombreuses couches de cellules vides protectrices.

Le noyau est du type réticulé avec un seul chromocentre composé. Dans les régions plus éloignées du méristème, la tendance à l'accolement des chromocentres semble plus marquée et on peut voir deux de ces masses composées.

Les chromosomes métaphasiques au nombre de 64 sont ici de très petite taille (1/3 à 1/4 de μ).

**Tillandsia tenuifolia** L.

Le noyau est assez chromatique, sa structure est normale avec un réticulum assez fin. Il existe toujours au moins un chromocentre composé, mais souvent on peut en observer plusieurs. L'un, plus important, dont la taille peut aller jusqu'à 1,5 μ, montre des aspects de clivage fréquents en masses encore composées d'importance variable, ou bien en chromocentres simples ; et, dans ce cas, il existe un filament chromatique le reliant à la masse principale.

Il peut y avoir deux, ou rarement trois, nucléoles qui présentent chacun un corps intranucléolaire, mais la présence de chromocentres épinucléolaires n'est pas constante.

La prophase suit le type du *Tillandsia tricolor*. En métaphase on a pu dénombrer 56 chromosomes en bâtonnets plus ou moins courts, ou punctiformes. L'espèce pourrait donc être encore heptaploïde, comme le *T. fasciculata*.

**Tillandsia compressa** Bertero

Les noyaux sont ici du type *Vriesea*, de même que la mitose.

On distingue en interphase 8 masses composées, très compactes, qui vont se cliver avec des figures en cordonnets et en chapelets (Pl. V, fig. 13).

Le réseau est très marqué et avec le vert-lumière pour contraster, on distingue de très nombreux chromocentres minuscules. Les chromocentres composés sont parfois reliés entre eux.

En fin de prophase, on peut compter jusqu'à 45 chromocentres avec leur constriction d'insertion bien marquée. Certains sont encore nettement accolés et le resteront jusqu'à l'extrême fin de la prophase.

On n'observe que très rarement des chromocentres épinucléolaires.

Les plaques métaphasiques assez rares ont permis cependant de dénombrer 56 chromosomes bien différenciés ce qui correspond à la structure de type *Vriesea* observée en interphase.

Parmi ces chromosomes, sept sont nettement plus gros dépassant 1 μ,

Source : MNHN, Paris

tandis que 7 sept autres sont punctiformes, ce qui apporte, semble-t-il une confirmation á l'hypothèse proposée précédemment et l'on aurait bien ici une espèce heptaploïde de nombre de base égal á 8.

En outre, il existe des chromosomes courbés, mais leur taille étant plus petite, il est difficile de les distinguer des autres avec certitude.

**Tillandsia anceps** Lodd.

Les racines de cette espèce ne possèdent que quelques couches de cellules protectrices ce qui permet une pénétration aisée du fixateur, aussi les noyaux sont-ils bien colorés.

Au point de vue caryologique, elle se rattache au type *Tillandsia* avec un chromocentre composé, parfois deux. Les chromocentres épinucléolaires ne sont pas constants.

En fin de prophase, on peut compter une quarantaine de chromocentres présentant une constriction nette.

Les chromosomes, au nombre de 56, sont ici un peu plus dissemblables que chez beaucoup d'espèces de ce genre : bien qu'ayant tous une forme de bâtonnets, il sont plus ou moins longs (Pl. IV, fig. 1). L'espèce serait encore heptaploïde. La fréquence relative de ce nombre 56 est peut-être dû au fait qu'il est pair et que des appariements entre chromosomes homologues deviennent possible, sans doute á la suite d'hybridations successives.

**Tillandsia juncifolia** Reg. = **T. juncea** Lec.

Cette espèce avait déjá été étudiée par Lindschau qui y dénombra 96 chromosomes.

Les noyaux sont ici nettement du type *Vriesea*. En interphase, ils possèdent un réticulum bien marqué, fort chromatique, serré, avec de très nombreux chromocentres petits mais ressortant des plus nettement sur le réseau, Leur nombre est sensiblement plus élevé que chez les autres espéces. De plus, les 8 masses chromatiques composées caractéristiques sont présentes. Elles sont parfois réunies entre elles et semblent se diviser assez tôt car souvent elles sont en nombre supérieur à 8.

Dans les noyaux au repos de la coiffe, il ne subsiste le plus souvent qu'un seul chromocentre composé, et le réseau est bien moins apparent.

Il peut exister un ou deux chromocentres épinucléolaires qui sont plus petits que chez les autres espèces.

La prophase est normale. Les masses interphasiques se divisent de bonne heure, donnant de très nombreux chromocentres dès le début de la prophase. Leur nombre croît rapidement et dans les derniers stades, nous avons pu en compter jusqu'à 70. Comme le noyau alors n'est pas plus grand que chez les autres espèces, il offre un aspect plus chromatique et les chromocentres y sont très serrés bien que restant encore en périphérie. La constriction d'insertion est en général visible.

En métaphase, nous avons vérifié le nombre de 96 trouvé par Lindschau (Pl. V, fig. 2). Les chromosomes sont tous semblables, en bâtonnets. Il semble que, corrélativement á l'augmentation de leur nombre, ils aient diminué de taille. L'espèce serait ici dodécaploïde.

Source : MNHN, Paris

## B. — Genre **Vriesea**

**Vriesea hieroglyphica** (Carr.) Morr.

La mitose suit le mode décrit chez le *Guzmania musaica*. Le noyau interphasique possède toutes les caractéristique du type *Vriesea* cependant avec moins de netteté. Les 8 chromocentres composés sont en effet peu développés. Quant aux chromocentres épinucléolaires, ils ne semblent pas constants.

La prophase est normale, mais la rareté des stades en cordonnets fait penser que les séparations sont assez rapides, donnant directement les chromocentres simples ou le plus souvent groupés par deux pour donner les chromosomes.

L'aspect final de cette prophase est typique avec plus de 40 masses chromocentriques assez allongées et à constriction d'insertion bien visible.

Les plaques métaphasiques possèdent 56 chromosomes groupés en plusieurs catégories, mais nous n'avons pas pu, comme pour d'autres espèces, compter les chromosomes homologues (Pl. V, fig. 12). Faut-il ici encore supposer que le nombre de base est 8 et admettre qu'il s'agit d'une plante heptaploïde ? L'existence du *V. splendens* possédant 48 chromosomes paraît suggérer une telle hypothèse.

**Vriesea Holscheriana.**

Nous n'avons relevé aucune particularité intéressante chez cette espèce. Son noyau est du type *Vriesea*, la mitose est normale.

Les chromosomes sont bien différenciés en longs, courts ou courbes, mais ici non plus, on ne peut évaluer avec certitude les éléments de chaque sorte. Le nombre chromosomique est de 56 et il s'agirait donc encore d'une espèce heptaploïde.

## CONCLUSIONS

1) Cyto-taxinomie.

A propos des 16 espèces étudiées dans ce travail, nous apportons 14 dénombrements chromosomiques nouveaux ; ce qui porte à 21 les nombres chromosomiques connus pour l'ensemble des Tillandsiées.

Du point de vue cyto-taxinomie, nous pouvons conclure que cette tribu constitue bien un groupe homogène ayant 8 pour nombre de base, ainsi que l'avaient fait remarquer Lindschau, et, plus récemment, Weiss qui proposait de rattacher aux Tillandsiées le genre *Bromelia* possédant également 48 et 96 chromosomes.

D'autre part, ces nombres chromosomiques ne sont pas caractéristiques d'un genre :

— Les *Tillandsia* possèdent $2n = 32$, 56, 64 ou 96 chromosomes, le nombre le plus fréquent étant 64.

— Les *Vriesea* possèdent 48 ou 56 chromosomes somatiques.

— Les *Guzmania* également 48 ou 56.

Source : MNHN, Paris

TABLEAU DES NOMBRES CHROMOSOMIQUES DES TILLANDSIÉES

| | Nombre de base | *n* | 2*n* | Auteurs |
|---|---|---|---|---|
| Genre **Tillandsia** : | — | — | — | — |
| *T. usneoides* (L.) L. | 8 | 16 | 32 | Billings 1904 |
| *T. Lindeniana* Regel | 8 | | 64 | Lindschau |
| *T. streptophylla* Scheidw. | 8 | | 64 | Lindschau<br>Gauthé |
| *T. juncifolia* Regel = *T. juncea* (Ruiz et Pav.) Lee. | 8 | | 96 | Lindschau<br>Gauthé |
| *T. variegata* Schlechtend. | 8 | | 96 | Weiss |
| *T. tricolor* Cham. et Schlechtend. | 8 | | 64 | Gauthé |
| *T. fasciculata* Swartz | 8 | | 56 | Gauthé |
| *T. streptophylla* Scheidw. | 8 | | 64 | Gauthé |
| *T. imperialis* Morr. *ex* André = *T. strobilantha* Bak. | 8 | | 64 | Gauthé |
| *T. peraffinis* Mez. | 8 | 32 | 64 | Gauthé |
| *T. punctulata* Cham. et Schlechtend. | 8 | | 64 | Gauthé |
| *T. dianthoidea* Rossi | 8 | | 64 | Gauthé |
| *T. tenuifolia* L. | 8 | | 56 | Gauthé |
| *T. compressa* Bertero | 8 | | 56 | Gauthé |
| *T. anceps* Lodd. | 8 | | 56 | Gauthé |
| Genre **Vriesea** : | | | | |
| *V. Hieroglyphica* (Carr.) Morr. | 8 | | 56 | Gauthé |
| *V. splendens* (Brong.) Lem. | 8 | | 48 | Weiss |
| *V. Holscheriana* | 8 | | 56 | Gauthé |
| Genre **Guzmania**: | | | | |
| *G. Zahnii* Mez | 8 | | 56 | Lindschau |
| *G. tricolor* Ruiz et Pav. | 8 | | 48 | Gauthé |
| *G. musaica* (Lind. et André) Mez = *Vriesea musaica* Cogn. et March. | 8 | | 48 | Gauthé |

Source MNHN, Paris

L'existence de ces series parallèles entre ces différents genres indique peut-être une parenté entre elles, qui paraissent toutes évoluées, puisqu'il n'a pas encore été rencontré d'espèces ayant 16 chromosomes et qui pourraient être à l'origine de la sous-famille. Le nombre le plus bas actuellement connu ($2n = 32$) appartient au *Tillandsia usneoides* qui semble trop particulier et évolué pour représenter un maillon entre les espèces primitives à 16 chromosomes et celles polyploïdes recensées ici.

Plusieurs genres de la tribu (*Thecaphyllum, Catopsis, Cipurepsis, Sodirea*) comptant un nombre d'espèces bien plus réduit, n'ont malheureusement pas pu être étudiés ; mais il semble probable qu'ils seraient venus se ranger auprès des trois genres connus, confirmant ainsi l'existence d'un groupe bien individualisé, au sein de la famille des Broméliacées.

## 2) Structure nucléaire des Tillandsiées.

Ce groupe, si homogène du point de vue morphologique et cytotaxinomique révèle cependant une assez grande diversité tant dans la structure nucléaire que dans l'évolution de la prophase.

Tout d'abord, nous ne pouvons que confirmer l'existence d'une structure réticulée, déjà mise en évidence par Weiss, ceci contrairement à l'opinion de Doutreligne qui rangeait les noyaux des Broméliacées parmi les noyaux de type euchromocentrique.

Mais la taille très petite des chromosomes ne correspond pas à celle qu'ils devraient avoir d'après la classification de Mlle Delay. En effet, d'après elle, à des chromosomes inférieurs à 2,5 µ, devraient correspondre des noyaux aréticulés euchromocentriques, tandis que des noyaux réticulés comme ceux que nous avons observés devraient donner des chromosomes de taille supérieure à 14 µ. Mlle Delay classait effectivement les Broméliacées dans les plantes à noyau euchromocentrique (Thèse, p. 71,).

Dans son travail, Weiss déclare que les Tillandsioidées sont caractérisées par une structure nucléaire spéciale qu'il décrit chez le *Vriesea splendens*. Il ne semble pas qu'il en soit ainsi. A vrai dire, cet auteur n'avait étudié que deux Tillandsiées qui, justement, étaient de ce type. Pour notre part, nous avons mis en évidence l'existence de plusieurs types de structure nucléaire avec, bien entendu, de nombreuses formes intermédiaires.

Le plus répandu (type : *Tillandsia tricolor*) se rencontre chez la plupart des *Tillandsia* et aussi sans doute d'autres Broméliacées. Il correspond à peu près à celui du *Pitcairnia integrifolia* pris comme type général par Weiss. Le réseau est très serré et bien marqué tandis que le chromocentre composé n'est pas constant.

Le *Guzmania tricolor* pris également comme type marque une certaine évolution par rapport au précédent. Au cours de la prophase, son noyau possède toujours plusieurs chromocentres composés avec un réseau bien marqué.

Les *Tillandsia* peuvent être à peu près tous rapportés à l'un de ces deux types. Les espèces les plus proches du *Tillandsia tricolor* ayant un chromocentre composé encore peu développé et peu constant, les plus près du

Source : MNHN, Paris

*Guzmania tricolor* en possédant toujours un qui peut être très prononcé comme chez le *Tillandsia punctulata*.

Le *Guzmania musaica* nous offre un aspect très différent, marquant pour ainsi dire le départ d'une autre série caractérisée par la présence constante de 8 chromocentres composés d'importance plus ou moins grande. Cette série comprend tous les *Vriesea* étudiés plus quelques *Tillandsia*, à savoir : les *T. compressa*, *T. juncifolia* et le *T. variegata* étudié par Weiss.

Enfin, le *T. ulriculata* marque le terme de la série avec ses caractéristiques de *Vriesea* poussées à l'extrême. La chromatine s'y trouve presque toute rassemblée dans les 8 masses interphasiques qui peuvent atteindre des dimensions énormes. Cette espèce qui se trouve encore être seule connue à présenter des caractéristiques doit-elle être rangée à part ? nous ne le pensons pas. Ce type, s'il est sans doute moins répandu, semble se rapprocher assez de celui du *Vriesea splendens* décrit par Weiss.

Ainsi, du point de vue de la structure nucléaire, les Tillandsiées offrent une grande diversité, n'ayant pas de rapport, semble-t-il, avec les coupures génériques admises actuellement par les taxinomistes.

D'autres résultats se rattachant directement à la structure nucléaire ont pu être mis en évidence :

— diminution de la densité du réseau avec l'augmentation de taille des masses interphasiques ;

— augmentation du nombre des chromocentres du noyau interphasique en fonction du nombre de chromosomes (très net chez le *T. juncifolia*) ;

— chromocentres épinucléolaires de moins en moins constants, jusqu'à disparition, en fonction de l'augmentation des masses interphasiques.

Pour la prophase, nous pensons pouvoir répondre à la question de Doutreligne sur l'origine des chromocentres manquants. Toutefois, nous ne sommes pas d'accord avec l'hypothèse de Weiss qui nous paraît présenter un caractère trop absolu.

Nous voyons bien les chromocentres s'accoler pour former les chromosomes, la constriction est bien une constriction d'insertion. Delay a signalé aussi la formation de chromocentres collectifs chez *Mercurialis annua* et *Scandix balansae* (p. 197). Mais les clivages sont absents en fin de prophase, nous avons pu observer des stades de division du ou des chromocentres composés dans les seuls premiers stades de prophase. On peut, toutefois apercevoir deux chromocentres rapprochés, mais il s'agit dans ces cas d'accolements secondaires.

La différence entre les nombres de chromocentres et de chromosomes est due, sans doute, à l'apparition tardive de certains chromocentres, vraisemblablement ceux qui donneront les chromosomes les plus petits et les moins chromatiques, ce qui n'exclut pas la possibilité de rapprochements secondaires.

Nous conclurons en insistant sur la nécessité d'étudier un grand nombre d'espèces pour parvenir à une connaissance assez approfondie d'un groupe. Car des variations très importantes se rencontrent souvent, et leur connaissance peut être fort utile dans les études systématiques ou phylogénétiques.

Source : MNHN, Paris

## BIBLIOGRAPHIE

BILLINGS (F. H.), 1904. — A study of *Tillandsia usneoides*. *Bot. Gaz.*, **38**, p. 99-121.
DELAY (Mlle C.), 1946-1948. — Recherches sur la structure des noyaux quiescents chez les Phanérogames. *Rev. Cytol. et Cytophysiol. végét.*, **9**, p. 169-222 et **10**, p. 103-228.
DOUTRELIGNE (J.), 1940. — Les divers types de structure nucléaire et de mitose somatique chez les Phanérogames. *La Cellule*, **48**, p. 191-211.
KUGLER (H.), 1942. — « Raphiden-pollen » bei Bromeliaceen. *Ber. deutsch. bot. Ges.*, **60**, p. 388-393.
LINDSCHAU (M.), 1933. — Beiträge zur Zytologie der Bromeliaceae. *Planta*, **20**, p. 506-530.
MATSUURA (H.) et SUTO (T.), 1935. — Contributions to the idiogram study in phanerogamous plants. *J. Fac. Sc. Hokkaido Univ.*, **5**, série 5, p. 33-75.
MEZ (C.), 1935. — Das Pflanzenreich, IV. 32-100, Heft Bromeliaceae.
WEISS (H.-E.), 1965. — Étude caryologique et cyto-taxinomique de quelques Broméliacées. *Mém. Mus. nat. Hist. nat., n. s. B., Bot.*, **16**, p. 9-38.

Source . MNHN, Paris

## PLANCHE IV

*Tillandsia tricolor*

(Grossissement = 3 600 environ)

1. — Noyau quiescent dans la coiffe.
2. — Noyau interphasique.
3. — Début de prophase avec chromocentre composé.
4. — Milieu de prophase.
5. — Fin de prophase.
6. — Prémétaphase.
7. — Métaphase, vue latérale.
8. — Anaphase en vue polaire.
9. — Télophase.
10. — Noyaux-fils et formation des cellules.
11. — Noyaux-fils revenus au repos daas la coiffe.

Source . MNHN, Paris

1.

2.

3.

4.

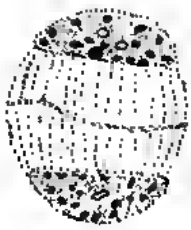
5.

6.

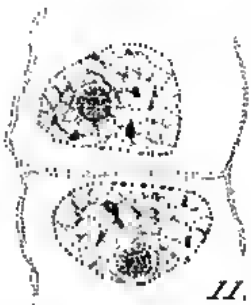
7.

8.

9.



10.



11.



BIBL. DU MUSÉUM

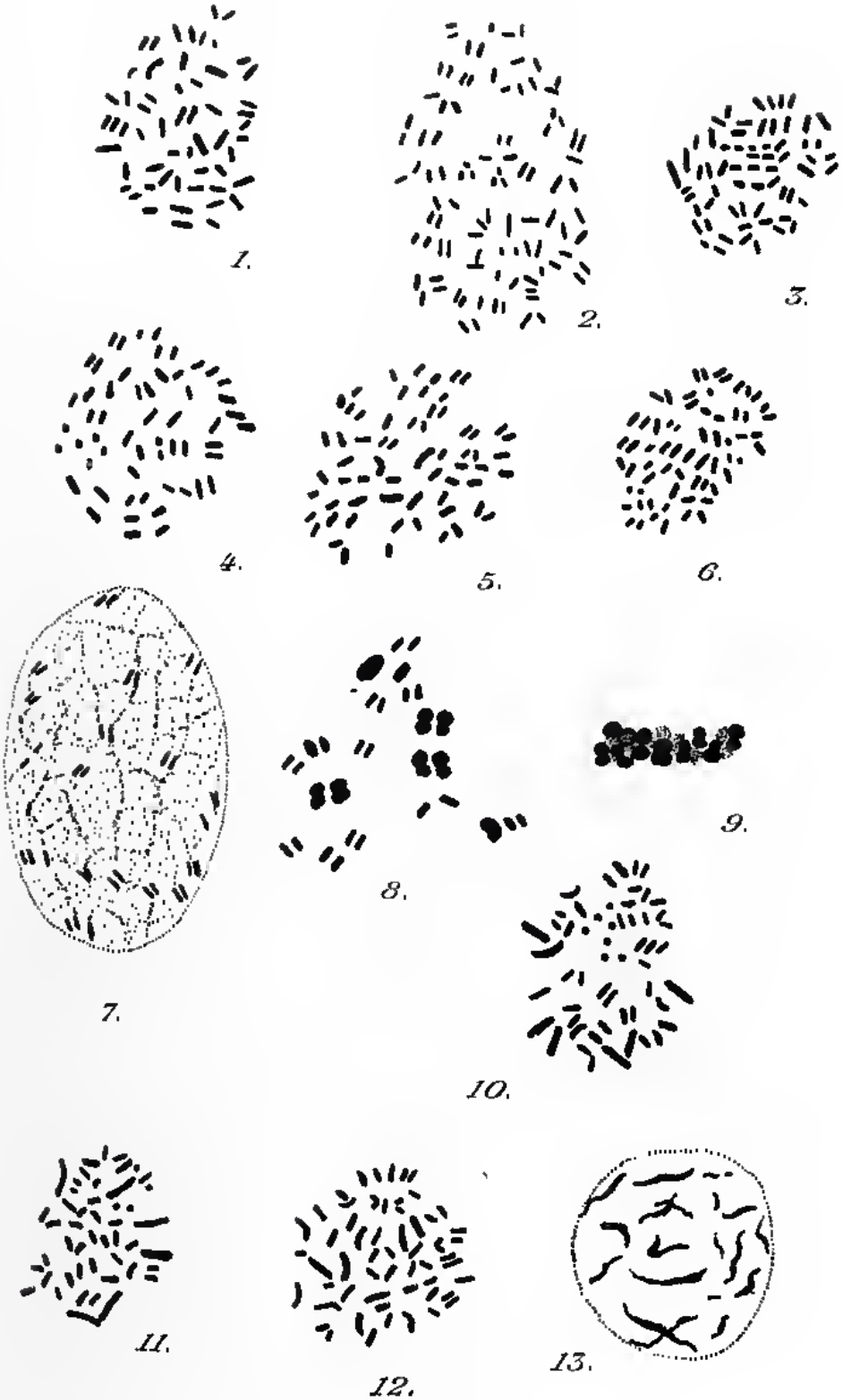
Source : MNHN, Paris

## PLANCHE V

(Grossissement = 3 600 environ)

1. — Plaque métaphasique de *Tillandsia anceps*, $2n = 56$.
2. — Plaque métaphasique de *T. juncifolia*, $2n = 96$.
3. — Plaque métaphasique de *T. tricolor*, $2n = 64$.
4. — Plaque métaphasique de *T. fasciculata*, 2 n = 56.
5. — Plaque métaphasique de *T. streptophylla*, $2n = 64$.
6. — Plaque métaphasique de *T. imperialis*, $2n = 64$.
7. — Diacinèse chez *T. peraffinis*.
8. — Métaphase dans cellule-mère chez *T. peraffinis*.
9. — Métaphase dans cellule-mère en vue latérale.
10. — Plaque métaphasique somatique chez *T. compressa*, $2n = 56$.
11. — Plaque métaphasique somatique chez *Guzmania musaica*, $2n = 48$.
12. — Plaque métaphasique somatique chez *T. Hierogliphica*, $2n = 56$.
13. — Prophase avec stades en cordonnets chez *T. compressa*.

Source : MNHN, Paris




ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

Source : MNHN, Paris

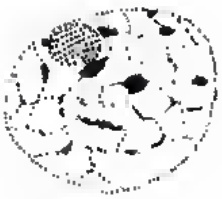
## PLANCHE VI

(Grossissement = 3 600 environ)

1. — Noyau interphasique de *Guzmania tricolor*.
2. — Début de prophase chez *G. tricolor*.
3. — Prophase évoluée chez *G. tricolor*.
4. — Noyau interphasique chez *Tillandsia punctulata*.
5. — Noyaux-fils chez *Guzmania tricolor*.
6. — Noyau interphasique chez *Guzmania musaica*.
7. — Formation des cordons chez *G. musaica*.
8. — Stades de séparation des chromocentres chez *G. musaica*.
9. — Prophase évoluée chez *G. musaica*.
10. — Fin de prophase chez *G. musaica*.
11. — Prémétaphase chez *G. musaica*.
12. — Noyau interphasique chez *Tillansia utriculata*.
13. — Association des chromocentres composés chez *T. utriculata*.
14. — Prophase chez *T. utriculata*.
15. — Prophase évoluée chez *T. utriculata*.

Source : MNHN, Paris

1.

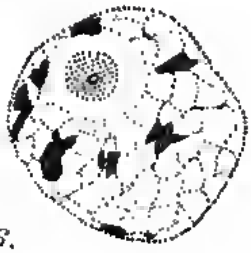


2.

3.

4.

5.



6.

7.

8.

9.

10.

11.

12.

13.

14.

15.

ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

BIBL. DU MUSEUM D'HIST.

Source : MNHN, Paris

Source . MNHN, Paris

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CYTO-TAXINOMIQUE DES PITTOSPORACÉES

*(avec les pl. VIII-X)*

par

J.-P. GROS

La famille des Pittosporacées réunit une dizaine de genres et plus de 200 espèces toutes ligneuses comprenant des arbres, des arbustes, parfois des lianes ou même des épiphytes, et habitant presque toute l'Australie sauf celles du genre *Pittosporum* Banks représentée dans les zones chaudes et tempérées du Vieux Monde, l'Europe exceptée. Cependant, quelques espèces de *Pittosporum* ont été acclimatées et cultivées en Europe, soit comme plantes d'ornement dans les parcs et jardins, soit pour leur parfum caractéristique rappelant celui du Jasmin. Ainsi, *Pittosporum tobira* et *Pittosporum undulatum* se retrouvent dans la région méditerranéenne où ils supportent l'hiver. Les Pittosporacées n'ont pas fait l'objet jusqu'à présent de nombreux travaux caryologiques ; cette constatation nous a conduit à utiliser le matériel cultivé dans les serres du Muséum pour une étude caryologique de quelques unes d'entre elles, puis, à partir des résultats de nos observations, pour une discussion sur la place qui peut être assignée aux Pittosporacées dans la classification, ce qui nous a amené à examiner quelques représentants des familles des Bixacées et des Flacourtiacées.

## HISTORIQUE

### 1) Historique taxinomique.

Engler dans la 2e édition des « Natürliche Pflanzenfamilien » classe les Pittosporacées dans l'Ordre des Rosales et, du point de vue évolutif les fait dériver des Saxifragacées ligneuses et plus particulièrement de la sous-famille des *Escallonioideae* et du genre *Escallonia*.

Hutchinson dans la 2e édition de « The Families of Flowering Plants », préfère les placer dans un ordre dont elles sont le type ; l'ordre des Pittosporales comprendrait alors les familles des Pittosporacées, Byblidacées, Stegnospermacées, Vivianiacées, Trémandracées, et dériverait de celui des Bixales ; il estime cependant que les Pittosporacées pourraient avoir des affinités avec l'ordre des Cunoniales dans lequel il range les Saxifragacées ligneuses et les Cunioniacées.

Pour les Pittosporacées nous suivrons la classification établie en 1930 par Pritzel dans la monographie de la famille publiée dans la 2e édition des « Natürliche Pflanzenfamilien ».



Source : MNHN, Paris

Tribu des PITTOSPOREAE : *Pittosporum** (1)
*Hymenosporum*
*Marianthus*
*Cheiranthera*
*Bursaria*

Tribu des BILLARDIEREAE : *Sollya** (1)
*Billardiera*
*Pronaya*
*Citriobatus** (1)

En ce qui concerne les familles des Bixacées et des Flacourtiacées, ENGLER, dans la 2e édition des « Natürliche Pflanzenfamilien », sépare distinctement, parmi les familles qui constituent l'ordre des Pariétales, celle des Bixacées de celle des Flacourtiacées.

HUTCHINSON, par contre, groupe principalement dans l'ordre des Bixales les familles des Bixacées et des Flacourtiacées.

2) HISTORIQUE CARYOLOGIQUE.

Peu de travaux ont été consacrés à l'étude caryologique des Pittosporacées. Il n'y en a aucun, du moins à notre connaissance, se rapportant à la structure nucléaire et au déroulement des mitoses. Par contre plusieurs auteurs ont déterminé le nombre chromosomique de divers *Pittosporum*. SCHURHOFF, en 1928, déduit de l'observation d'une métaphase de 2e division la présence de 24 chromosomes chez le *Pittosporum tobira*. RATTENBURY, dans une étude sur la flore de la Nouvelle-Zélande, publie le nombre chromosomique trouvé chez 8 *Pittosporum* par FARNELL (1956) ; ce nombre s'élève à $2n = 24$.

JANAKI-AMMAL (1945) et SIMMONDS (1954) trouvent respectivement $2n = 14$ et 16 chromosomes chez le *Bixa orellana*. Dans la famille des Flacourtiacées plusieurs genres et espèces ont été dénombrés. Nous en donnerons la liste détaillée au cours de ce travail.

## MATÉRIEL ET TECHNIQUE

Nous avons utilisé, pour ces recherches, des racines prélevées sur des plantes cultivées dans les serres du Muséum. Les méristèmes radiculaires ont été fixés par le liquide de Nawashin modifié par Karpechenko.

Les différentes espèces étudiées sont :

**Pittosporacées :**

Tribu des PITTOSPOREAE :

| | |
|---|---|
| *Pittosporum crassifolium* A. Cunn. | Nouvelle-Zélande |
| — *daphniphylloides* Hayata | Formose |
| — *eugenioides* A. Cunn. | Nouvelle-Zélande |

(1) Les genres accompagnés d'une astérique ont seuls pu être examinés.

Source : MNHN, Paris

| | |
|---|---|
| *Pittosporum heterophyllum* Franch. | Chine occidentale |
| — *phillyraeoides* DC. | Australie |
| — *rhombifolium* A. Cunn. ex Hook. | Australie |
| — *tobira* (Thumb.) Ait. | Japon, Chine |
| — *undulatum* Vent. | Australie |
| Tribu des BILLARDIEREAE : | |
| *Citriobatus multiflorus* A. Cunn. | Australie |
| *Sollya fusiformis* (Labill.) Briq. | Australie |
| **Bixacées :** | |
| *Bixa orellana* L. | Amérique tropicale |
| **Flacourtiacées :** | |
| Tribu des ONCOBEAE : | |
| *Oncoba spinosa* Forsk. | Arabie |
| Tribu des PANGIEAE : | |
| *Taraktogenos serrata* Pierre | Indo-Chine |

Après déshydratation et inclusion dans la paraffine, les racines ont été coupées à 6,6 μ. Les coupes obtenues ont été ensuite colorées selon la méthode de Feulgen, utilisée surtout pour l'étude complète de la mitose et le dénombrement chromosomique. Accessoirement nous avons employé la coloration par l'hématoxyline de Heidehain, la coloration par la safranine et par le violet-crystal ; ces deux dernières ont été souvent utilisées pour renforcer le Feulgen.

## RECHERCHES PERSONNELLES

Pour l'étude de la mitose des diverses espèces, nous avons adopté l'ordre de classement proposé par HAMEL (1953) qui distingue d'une part les stades durant lesquels l'observation des chromosomes est possible, ce sont : la métaphase et l'anaphase ; d'autre part ceux au cours desquels il est possible de reconnaître la membrane nucléaire, c'est-à-dire pendant la télophase, l'interphase et la prophase.

Afin d'éviter les répétitions, nous grouperons les espèces suivant le type de structure nucléaire qui les caractérise.

### PITTOSPORACÉES

#### ESPÈCE A NOYAUX RÉTICULÉS

**Pittosporum phillyraeoides.**

*Métaphase.*

Les chromosomes, au nombre de 24, se disposent de façon à former une plaque équatoriale atteignant généralement 13 μ de diamètre. Ces chromosomes, ayant une épaisseur moyenne de 0,6 μ, se placent sensiblement sur

Source : MNHN, Paris

un même plan. Mais un grand nombre de plaques métaphasiques montrent des chromosomes coupés, certains en chevauchant d'autres ; cela semble confirmer le relèvement des bras de plusieurs chromosomes, au-dessus du plan équatorial, en fin de métaphase (fig. 1).

Les chromosomes sont de taille différente ; les deux plus grands n'atteignent pas 6 $\mu$ ; les deux plus petits mesurent presque 1,5 $\mu$ ; les autres ont des dimensions intermédiaires. Ils montrent aussi une diversité de forme ; les deux plus grands possèdent une forme hétérobrachiale complexe : un petit bras faiblement incurvé et un grand bras en V ouvert ; les deux plus petits sont en bâtonnets rectilignes ; quant aux autres ils sont en V plus ou moins grand et plus ou moins ouvert avec hétérobrachie ou homobrachie.

Certains chromosomes ont l'extrémité de leur bras épaissie ou même bifide. D'autre part, plusieurs chromosomes apparaissent, au grossissement 800 du microscope après la réaction de Feulgen, colorés inégalement, sans toutefois que nous puissions discerner des zones bien délimitées, de couleur plus claire ou de couleur plus foncée. Cela résulterait, sans doute, du dédoublement des chromosomes, déjà réalisé à ce stade.

*Anaphase.*

Les chromosomes disposés sensiblement sur un même plan, à la métaphase, et maintenant dédoublés, vont voir leur région centromérique quitter l'équateur pour se placer dans des plans parallèles à ce dernier.

Le début de l'anaphase montre deux lignes de front des régions centromériques plus ou moins parallèles, les bras s'enchevêtrant derrière les centromères ; quelques-uns dépassent la ligne de front. Mais ces derniers, au fur et à mesure que se déroule l'ascension des centromères vers les pôles, reviennent en arrière de leur région centromérique et sont entraînés, comme les autres bras, par le mouvement. Aussi les images d'anaphase plus avancée nous montrent-elles des chromosomes disposés plus ou moins parallèlement et suivant l'axe du fuseau ; les grands chromosomes dépassant les autres sont alors très apparents. Les chromosomes ont un diamètre inférieur à celui observé en métaphase ; leur coloration est peu intense au début, elle s'accentuera vers la fin de l'anaphase. La montée des deux lots chromosomiques semble se faire symétriquement de part et d'autre du plan équatorial. A leur arrivée aux pôles, les régions centromériques se resserrent et les bras des chromosomes tendent à prendre une disposition rayonnante. Souvent les régions centromériques, situées sur les bords du fuseau, dépassent quelquefois les pôles, pouvant même les entourer, ce qui accentue cette disposition radiée. Les chromosomes dessinent schématiquement un demi-cercle, sensiblement régulier vers les pôles, plus ou moins hérissé de bras vers l'équateur. Mais déjà à ce stade les chromosomes sont de moins en moins discernables ; ils finissent par disparaître, confondus en une masse chromatique très colorée et de petite dimension, ne dépassant pas 5 $\mu$ sur 3 $\mu$.

*Télophase.*

Chaque masse chromatique apparaît en coupe, et en vue polaire, formée d'un assemblage de points plus ou moins discernables du fait de leur conti-

Source : MNHN, Paris

guité et très colorés après emploi de la réaction de Feulgen. Ces points représentent les sections des chromosomes contractés. Ces masses chromatiques s'entourent d'une membrane ; elles augmentent de taille, leur coloration devenant alors moins intense. Un phragmoplaste, constitué pendant ce même temps, contribue à les séparer et à concrétiser la formation de deux nouvelles cellules, possédant chacune un noyau. Un ou deux nucléoles sont alors visibles. Ces noyaux télophasiques (fig. 2) sont caractérisés par un enchevêtrement de filaments plus ou moins colorés et plus ou moins épais. Mais au fur et à mesure de l'augmentation de taille du noyau, nous constatons un éclaircissement de la teinte d'ensemble ; les filaments devenus alors plus clairs et d'épaisseur moindre, mais plus uniforme, forment par leur superposition et leur enchevêtrement un réseau.

De cette contraction des chromosomes réalisée en fin d'anaphase, à leur disparition remplacée par un réseau, nous pouvons, en nous référant à la constitution classique du chromosome, déduire l'interprétation suivante.

En fin d'anaphase, les spires que forme le chromonéma se resserrent, entraînant, de ce fait, l'augmentation de coloration ; comme les chromosomes sont alors contigus, il en résulte la formation d'une masse chromatique. A ce phénomène de tassement, fait suite un phénomène de décontraction, accompagné de l'augmentation du volume du noyau. Les spires du chromonéma deviennent plus laches et les chromosomes se transforment en longs filaments, plus ou moins épais, suivant la rapidité du processus de despiralisation et, de ce fait, plus ou moins colorés. Certaines parties plus épaisses des filaments représentent des fragments de spires non complétement despiralisés que nous pouvons qualifier de chromocentres. Puis le phénomène de spiralisation atteint pour ainsi dire son paroxysme : les chromonémas despiralisés forment un réseau, bien évident et bien coloré par la réaction de Feulgen.

*Noyaux interphasique et quiescent.*

Vu en coupe, le noyau est devenu sensiblement circulaire ; il présente un fin réticulum parsemé de petits points plus colorés que nous interprétons comme résultant de la superposition des filaments du réseau ; son diamètre atteint 7 $\mu$ (fig. 3).

Si la cellule ne présente plus de division, le noyau évolue vers un état dit quiescent. C'est ce qui a lieu dans les zones non méristématiques : dans la coiffe ou le parenchyme médullaire. Par rapport au noyau interphasique, il montre seulement un léger renforcement de la coloration après la réaction de Feulgen.

Si la cellule présente un nouveau cycle mitotique, le noyau entre en prophase.

*Prophase.*

Dès le début de ce stade, la coloration s'intensifie, par suite, sans doute, d'une augmentation de la chromatine du noyau. Les points, résultants de la superposition des filaments s'entrecroisant, sont alors plus visibles, et le noyau prend un aspect granuleux. Puis il grandit insensiblement jusqu'à

Source : MNHN, Paris

atteindre une taille de 10 μ tandis que sa coloration s'éclaircit. Pendant ce processus, il présente des filaments contournés plus ou moins réguliers en épaisseur (fig. 4) ; quelques épaississements peuvent être interprétés comme représentant des chromocentres. Puis les filaments s'épaississent uniformément, s'individualisent en perdant tout contact entre eux (fig. 5). De forme très contournée, ils tendent à se disposer contre la membrane du noyau dont le diamètre atteint 4 μ. Des coupes de noyau au stade suivant montrent des filaments plus ou moins parallèles entre eux, traversant d'un bord à l'autre l'espace délimité par la membrane nucléaire (fig. 6). Mais le processus d'épaississement et de raccourcissement se poursuivant, les longs filaments deviennent des cordons qui se transforment progressivement en éléments plus petits, épais et de formes diverses. Les chromosomes sont alors constitués ; leur section montre qu'ils sont formés par la juxtaposition de deux parties, c'est-à-dire qu'ils sont dédoublés. Le nucléole est encore présent mais sa taille a diminué ; puis il disparaît ainsi que la membrane nucléaire. Les chromosomes se disposent alors en plaque métaphasique. Au cours de la prophase, les chromonémas se sont respiralisés ; la respiralisation s'est d'abord effectuée par endroits là ou les filaments présentaient des chromocentres ; puis elle s'est poursuivie uniformément jusqu'à la réalisation de la forme des chromosomes.

En conclusion nous pouvons dire que le *Pittosporum phillyraeoïdes* se caractérise d'une part, par la présence d'un noyau réticulé sans chromocentres mais pouvant en posséder au cours de la mitose, et, d'autre part, par la présence de grands chromosomes.

### Espèces a noyaux réticulés chromocentriques

### Tribu des *PITTOSPOREAE*

**Pittosporum heterophyllum.**

*Métaphase.*

Les 24 chromosomes dénombrés, chez cette espéce, se disposent suivant un même plan pour former des plaques équatoriales dont la diamètre atteint 8 μ. L'étude de plusieurs idiogrammes fait ressortir les caractéres suivants: les chromosomes ont tous sensiblement la même épaisseur (0,4 μ) ; ils diffèrent par la taille et par la forme. Les deux plus grands ne dépassent pas 3 μ et présentent des bras inégaux ; quatre chromosomes atteignent 2 μ ; deux ont leurs bras inégaux sensiblement dans le prolongement l'un de l'autre, les deux autres forment un S trés étalé ; six paires á bras inégaux sont en V ouvert et leur longueur est un peu inférieure aux précédentes ; les trois autres paires chromosomíques, sensiblement de 1 μ de long, sont plus ou moins incurvées (fig. 7).

*Anaphase.*

La fin du stade précédent et le début de l'anaphase n'ont été observés qu'un nombre limité de fois. Aussi en déduisons-nous que cette phase se déroule rapidement. Les chromosomes attirés vers les pôles se disposent

Source : MNHN, Paris

parallèlement sur l'axe du fuseau, leur ascension se faisant symétriquement de part et d'autre de plan équatorial. Arrivés aux pôles, leurs régions centromériques se répartissent, selon toute vraisemblance, sur plusieurs plans. Puis les chromosomes subissent un phénoméne de tassement qui ne permet plus de les distinguer ce qui contribue à la formation de deux masses chromatiques.

*Télophase.*

Le contour de chaque masse chromatique devient régulier et se trouve séparé du cytoplasme par une membrane. Corrélativement, la coloration diminue par augmentation du volume de ces noyaux télophasiques ainsi formés et dans lesquels nous pouvons discerner des filaments. Au fur et à mesure que ces derniers grandissent en se repliant dans le suc nucléaire, leur épaisseur et leur chromaticité diminuent. Mais la despiralisation ne s'achève pas complétement. Les parties des chromonémas non despiralisés forment des chromocentres.

*Interphase.*

Le noyau dont le diamètre ne dépasse jamais 7 $\mu$, présente alors un réticulum fin mais lâche, bien coloré par la réaction de Feulgen (fig. 8). Sur ce réticulum sont disposés des chromocentres dont le nombre est inférieur à celui des chromosomes. Leurs formes et leurs dimensions sont variables. L'épaisseur moyenne est de 0,2 $\mu$ mais chez quelques chromocentres l'épaisseur peut atteindre 0,3 $\mu$. La forme apparaît plus ou moins sphérique, quelquefois irrégulièrement étoilée pouvant même devenir allongée ; dans ce cas leur longueur est inférieure à 0,8 $\mu$.

Les noyaux quiescents trouvés dans les régions non méristématiques de la racine présentent une plus grande chromaticité (fig. 9). Sur le fond réticulé du noyau se trouvent trois ou quatre amas très chromatiques de formes irrégulières, de grandeur variable, résultant, semble-t-il, de l'agglomération en une seule masse de plusieurs chromocentres. Leur diamètre est inférieur à celui du noyau interphasique.

*Prophase.*

Le début de la prophase se manifeste par un gonflement du noyau. Corrélativement la coloration s'éclaircit. Sur le réticulum devenu pâle sont fixés un petit nombre d'éléments très chromatiques, de formes variables, provenant, semble-t-il, de l'augmentation du volume des chromocentres par un apport supplémentaire de chromatine (fig. 10). Puis le réticulum devient plus visible et s'épaissit localement ce qui conduit à la formation d'éléments allongés plus ou moins arqués, représentant des fractions de chromonémas respiralisés. Cette respiralisation semble se faire tout d'abord de part et d'autre de la région centromérique, puis à l'extrémité des chromonémas pour se terminer entre ses deux régions. Les coupes de noyau au stade suivant (fig. 11 et 12) montrent un enchevêtrement de cordons plus ou moins contournés. Le nucléole, généralement excentrique, atteint 3 $\mu$ de diamètre. La contraction des chromosomes s'achève par la formation

Source : MNHN, Paris

de préchromosomes trés colorés, habituellement situés contre la membrane nucléaire. Cette dernière s'estompe ainsi que le nucléole. Les chromosomes, plus ou moins superposés, se disposent alors sur un même plan.

En conclusion, nous pouvons dire que le *Pittosporum heterophyllum* posséde un noyau réticulé chromocentrique dont les chromocentres, en nombre inférieur à celui des chromosomes, sont variables dans leur forme et leur dimension.

Les autres *Pittosporeae* présentent la même structure nucléaire et le même cycle mitotique. Aussi, pour éviter les répétitions, nous bornerons-nous à donner, pour chaque espèce, la description de l'idiogramme quand celui-ci a pu être établi, et les différences qui ont pu être observées.

**Pittosporum tobira.**

Les 24 chromosomes que comporte cette espèce se disposent en plaque métaphasique (fig. 13) ayant sensiblement 8 μ de diamètre ; ils ont une épaisseur moyenne de 0,4 μ ; les deux plus longs á bras inégaux atteignent 3,2 μ ; les deux plus petits légérement incurvés ne dépassent pas 1 μ de long ; les autres présentent des dimensions intermédiaires : ils sont le plus souvent á bras inégaux, quelques uns sont légèrement incurvés.

**Pittosporum daphniphylloides.**

Les 24 chromosomes dénombrés forment des plaques équatoriales (fig. 14) dont le diamètre ne dépasse pas 8 μ ; les deux plus grands chromosomes atteignent 2,4 μ et possèdent des bras inégaux ; deux autres chromosomes á peine plus courts ont des bras sensiblement égaux ; quatre paires de chromosomes légérement incurvés ont sensiblement 2 μ de long ; deux chromosomes de longueur comparable à celle des précédents, possèdent des bras inégaux ; trois paires chromosomiques de longueur comprise entre 1,8 μ et 1,4 μ sont en V plus ou moins ouvert ; les deux derniéres paires sont incurvées : les chromosomes de l'une atteignent presque 1 μ tandis que les chromosomes de l'autre dépassent légèrement cette longueur. L'épaisseur des chromosomes est égale à 0,4 μ.

**Pittosporum crassifolium.**

Chaque plaque métaphasique (fig. 15) compte 24 chromosomes répartis sur une surface ayant sensiblement 8 μ de diamètre ; les deux plus grands chromosomes ne dépassent pas 3 μ ; les deux plus petits légérement incurvés atteignent 1 μ de long ; les autres chromosomes ont des longueurs intermédiaires et sont en V plus ou moins ouvert ; l'épaisseur moyenne des chromosomes est de 0,4 μ.

**Pittosporum eugenioides.**

Les 24 chromosomes dénombrés se disposent en une plaque équatoriale (fig. 16) dont le diamètre ne dépasse pas 8 μ ; deux paires de chromosomes atteignent 2 μ : les chromosomes de l'une sont sensiblement rectilignes tandis que les chromosomes de l'autre sont à bras inégaux en V ouvert ;

Source : MNHN, Paris

deux autres paires, de longueur inférieure, sont légèrement incurvées ; deux chromosomes ont leurs bras étalés en S aplati ; trois paires sensiblement de même longueur (1,4 μ) sont en V plus ou moins ouvert ; parmi les quatre dernières paires, dont les longueurs avoisinent 1 μ, trois sont à bras sensiblement égaux, une seule possède des bras inégaux ; l'épaisseur des chromosomes ne dépasse jamais 0,4 μ.

Le cycle mitotique est identique à celui décrit pour le *Pittosporum heterophyllum*. Cependant le noyau interphasique est moins chromatique. Il est caractérisé par un réticulum peu apparent sur lequel sont disposés des chromocentres en nombre inférieur à celui des chromosomes.

**Pittosporum rhombifolium.**

Les 24 chromosomes dénombrés, d'une épaisseur de 0,4 μ, forment des plaques équatoriales (fig. 17) de 8 μ de diamètre ; quatre chromosomes atteignent 2,6 μ et sont à bras inégaux ; trois paires de longueur comprise entre 2,5 et 2 μ sont en V très ouvert ; cinq paires, en V plus ou moins ouvert, ont des longueurs qui s'échelonnent entre 1,8 et 1,4 μ ; les deux dernières paires, l'une légèrement incurvée, l'autre sensiblement en U, n'atteignent pas 1,2 μ.

**Pittosporum undulatum.**

Les 24 chromosomes dénombrés se disposent généralement sur une plaque équatoriale (fig. 18) de 8 μ de diamètre ; ils sont épais de 0,4 μ ; deux chromosomes à bras sensiblement égaux atteignent 3,2 μ ; deux autres mesurent sensiblement 2,6 μ et possèdent des bras inégaux ; deux paires à bras inégaux dépassent légèrement 2 μ ; les autres paires ont des longueurs comprises entre 2 et 1 μ ; parmi celles-ci trois paires sont légèrement incurvées, les cinq autres sont en V plus ou moins ouvert et à bras inégaux.

## Tribu des *BILLARDIEREAE*

**Sollya fusiformis.**

*Métaphase.*

Les 24 chromosomes qui constituent l'équipement diploïde de cette espèce se rangent en plaque équatoriale (fig. 19) dont le diamètre n'atteint pas 8 μ ; quatre chromosomes à bras inégaux, en V plus ou moins ouvert, atteignent 2 μ ; plusieurs paires de longueur comprise entre 1,8 et 1,4 μ sont, soit en V ouvert, soit légèrement incurvées ; la plus petite paire incurvée mesure sensiblement 1 μ.

Le cycle mitotique est identique à celui décrit pour le *Pittosporum heterophyllum*. Cependant, comme chez le *Pittosporum eugenioides*, le noyau interphasique est peu chromatique.

**Citriobatus multiflorus.**

*Métaphase.*

Nous n'avons trouvé qu'un petit nombre de métaphases et leur inter-

Source : MNHN, Paris

prétation rendue difficile par l'accollement des chromosomes n'a pas pu être concluante. Aussi avançons-nous avec quelques réserves le nombre de 36 chromosomes pour cette espèce. Les chromosomes ont une épaisseur moyenne supérieure à 0,5 μ. Nous avons pu constater que deux grands chromosomes dépassent 3,6 μ tandis que d'autres, en forme de bâtonnet, atteignent 1 μ. Les chromosomes sont répartis sur une surface ayant sensiblement 12 μ de diamètre (fig. 20).

*Anaphase.*

L'ascension anaphasique de chaque lot de chromosomes fils s'accomplit normalement et semble s'effectuer symétriquement de part et d'autre du plan équatorial. Les chromosomes, plus ou moins tassés les uns contre les autres et dont l'épaisseur est sensiblement inférieure à celle des chromosomes métaphasiques, ne semblent pas subir, au cours de leur déplacement, de modifications visibles, c'est-à-dire tout au moins décelables au grossissement microscopique employé. Arrivés aux pôles de la cellule, ils s'agglomèrent par juxtaposition en une masse chromatique.

*Télophase.*

Dès l'instant où une nouvelle membrane s'est déposée autour de chaque masse chromatique, pour reconstituer un noyau fils dont la forme initiale, tout au moins, est elliptique, les chromosomes se résolvent progressivement en filaments d'épaisseur irrégulière. Le noyau prend ensuite une forme sensiblement sphérique et atteint un diamètre de 8 μ.

*Interphase.*

Le noyau interphasique (fig. 21) présente un réticulum lâche, bien net après la réaction de Feulgen, sur lequel sont disposés des chromocentres, assez polymorphes dans leur forme et leur dimension et dont le nombre est inférieur à celui des chromosomes.

Le noyau quiescent, étudié dans la coiffe, présente un diamètre comparable ou sensiblement inférieur. Sur le fond réticulé de ce noyau, légèrement plus chromatique que le noyau interphasique, se distinguent des chromocentres généralement arqués, provenant, semble-t-il, de l'agglomération de deux ou plusieurs d'entre eux.

*Prophase.*

Le début de ce stade est marqué par un accroissement important du noyau dont le diamètre atteint 12 μ. Le réticulum et les chromocentres s'effacent, remplacés par un enchevêtrement très dense de filaments sinueux parcourant en tous sens l'enchylème. Puis les filaments en s'épaississant se transforment progressivement en cordons flexueux (fig. 22 et 23). Le nucléole possède alors un diamètre de 4 μ. La contraction des chromonémas se poursuivant, les cordons prophasiques prennent la forme des chromosomes définitifs. Après la disparition de la membrane nucléaire, qu'accompagne celle du nucléole, les chromosomes se disposent en plaque équatoriale.

Le *Citriobatus multiflorus* présente donc, comme le *Pittosporum hete-*

Source : MNHN, Paris

*rophyllum*, des noyaux réticulés chromacentriques et un cycle mitotique comparable. Cependant le noyau de plus grand diamètre apparaît plus chromatique.

L'étude de cette espèce termine les observations effectuées sur les Pittosporacées. Pour amorcer une discussion au sujet de l'hypothèse d'un rapprochement possible entre les Pittosporacées et les Bixacées et Flacourtiacées, nous avons étudié ensuite trois espéces de ces deux derniéres familles.

## BIXACÉES

### Espéce a noyaux réticulés chromocentriques

**Bixa orellana.**

*Métaphase.*

Les 14 chromosomes forment une plaque équatoriale (fig. 24) atteignant habituellement 7 μ de diamètre ; ils ont une épaisseur de 0,3 μ ; les deux plus grands, à bras sensiblement égaux en V ouvert, mesurent 3,4 μ ; deux autres à bras inégaux situés dans le prolongement l'un de l'autre, ne dépassent pas 2 μ ; les autres chromosomes en bâtonnets plus ou moins incurvés, ont des tailles décroissantes comprises entre 1,4 et 1 μ.

*Anaphase.*

Nous n'avons pu observer ce stade. Cette absence est peut-être un argument en faveur de son déroulement rapide ?

*Télophase.*

Dans les noyaux télophasiques (fig. 25) les chromosomes ne sont plus visibles. L'enchyléme est parcouru par un petit nombre de filaments d'épaisseur irrégulière. Le noyau possède, souvent á ce stade, deux nucléoles dont le diamétre atteint sensiblement 1,6 μ.

*Interphase.*

Le noyau interphasique (fig. 27) de 6 μ de diamètre est en coupe sensiblement circulaire ; il présente un réticulum peu apparent, parsemé de petits chromocentres ayant souvent une forme allongée et dont le nombre est inférieur à celui des chromosomes.

Le noyau quiescent (fig. 26) observé dans la coiffe, présente la même structure mais le nucléole a subit une réduction de taille : son diamétre est de 1,2 μ.

*Prophase.*

Le début de la prophase (fig. 28) est marqué par un gonflement nucléaire. Les noyaux vus en coupe, ont alors un diamètre sensiblement égal á 8 μ et, sont généralement circulaires, quelques uns pouvant être elliptiques. Sur le réticulum peu visible sont disposés des chromocentres, en nombre sensiblement égal á celui des chromosomes, d'aspect plus ou moins allongé,



Source : MNHN, Paris

arqué, de 0,6 μ sur 0,2 μ. Le diamètre du nucléole ne dépasse pas 3 μ. Les fins de prophase (fig. 29) sont caractérisées par la présence, dans le suc nucléaire, d'éléments de 0,3 μ d'épaisseur, de formes et de longueurs variables. Ce sont les préchromosomes qui se disposent ensuite sur un même plan tandis que le nucléole et la membrane nucléaire disparaissent.

En conclusion nous pouvons dire que le *Bixa orellana* possède un noyau réticulé chromocentrique faiblement chromatique.

## FLACOURTIACÉES

### Espèces a noyaux réticulés chromocentriques

**Oncoba spinosa.**

*Métaphase.*

Les 22 chromosomes dénombrés forment une plaque équatoriale (fig. 30) dont le diamètre ne dépasse pas généralement 6 μ ; les deux plus grands chromosomes, à bras sensiblement égaux, atteignent 2 μ ; les deux plus petits légèrement incurvés mesurent 1 μ ; les autres possèdent des longueurs intermédiaires : sept paires sont légèrement arquées ; deux chromosomes sont en U á bras sensiblement égaux ; les chromosomes de la dernière paire présentent des bras inégaux en V ouvert.

*Anaphase.*

Nous n'avons pu observer ce stade sur les coupes transversales des méristèmes radiculaires, et nous ne savons pas, si comme chez le *Bixa orellana*, il faut voir là un argument en faveur d'un rapide déroulement de ce stade.

*Télophase.*

Dans les noyaux télophasiques, les chromonémas se despiralisant envahissent le suc nucléaire et forment par leur superposition et leur enchevêtrement un réseau.

*Interphase.*

Le noyau interphasique (fig. 31) est caractérisé par un réticulum pâle sur lequel sont disposées des petites masses plus chromatiques représentant des chromocentres.

*Prophase.*

Le gonflement prophasique accentue le manque de coloration du noyau. Au stade à filaments succède un stade á éléments plus courts et sensiblements plus colorés. Les chromosomes ainsi formés se placent ensuite sur un même plan.

Le *Oncoba spinosa* se caractérise donc par un noyau trés peu chromatique possédant un réticulum pâle parsemé de petits chromocentres en nombre inférieur à celui des chromosomes.

Source : MNHN, Paris

**Taraktogenos serrata.**

*Métaphase.*

Les 48 chromosomes dénombrés chez cette espèce se disposent sensiblement sur un même plan pour former des plaques équatoriales (fig. 32) d'environ 12 μ de diamètre. Ils ont une taille comprise entre 2 μ et 0,8 μ et sont en V trés largement ouvert. Leur épaisseur est comprise entre 0,4 μ et 0,5 μ.

*Anaphase.*

Les deux équipements chromosomiques sont attirés vers les pôles de la cellule, symétriquement de part et d'autre du plan équatorial. Les chromosomes sont répartis sur plusieurs plans. Arrivés aux pôles, ils y forment deux amas chromatiques par suite de leur tassement les uns contre les autres.

*Télophase.*

Puis les chromosomes subissent une despiralisation qui les transforment en filaments d'épaisseur décroissante au fur et á mesure de leur allongement ; ces derniers emplissent le nucléoplasme nouvellement délimité par la membrane nucléaire reformée. Cette despiralisation n'est pas uniforme en intensité et en durée ; aussi certains filaments présentent-ils des épaississements, d'aspect variable, plus ou moins espacés. Un, deux et même trois nucléoles sont visibles à ce stade.

*Interphase.*

L'aspect réticulé du noyau s'accentue. Le réticulum, fin et bien apparent, porte des petits chromocentres. Le noyau est plus ou moins ellipsoïdal et les dimensions respectives de ses axes approchent de 10 et 8 μ (fig. 33).

Le noyau quiescent (fig. 34), étudié dans la coiffe, se présente comme une masse de forme variable, possédant un réticulum bien net. Ce dernier est parsemé d'un petit nombre de points plus colorés que nous interprétons comme des chromocentres.

*Prophase.*

Elle se caractérise par l'apparition des chromosomes qui s'individualisent à partir de l'épaississement et du raccourcissement de filaments chromatiques. En effet quand le noyau passe de l'état interphasique à l'état prophasique le réticulum est rendu moins net par une augmentation irrégulière et diffuse de la coloration. Parallélement chaque chromocentre semble s'allonger par addition de substance chromatique à deux de ses extrémités (fig. 35). Mais cela résulte de la nouvelle despiralisation des chromonémas, laquelle, en s'accentuant, contribue á la disparition des chromocentres et à l'apparition dans le suc nucléaire de filaments flexueux et enchevêtrés (fig. 36). Ces filaments diminuent ensuite de longueur et augmentent d'épaisseur par contraction (fig. 37). Ils donnent finalement les chromosomes.

En conclusion, nous pouvons dire que le noyau du *Taraktogenos serrata*, se caractérise par son grand diamétre et par la présence d'un réticulum fin à mailles serrées, sur lequel sont disposés des petits chromocentres bien distincts.

Source : MNHN, Paris

## DISCUSSION DES RÉSULTATS

### I. — Discussion des observations effectuées chez les Pittosporacées

A. — L'étude des noyaux et de la mitose chez 10 Pittosporacées nous conduit aux considérations suivantes :

— Les Pittosporacées possèdent un noyau réticulé, avec ou sans chromocentres. Dans le seul cas rencontré d'un noyau réticulé sans chromocentres le réticulum est dense (*Pittosporum phillyraeoides*) ; chez les autres espèces le noyau réticulé chromocentrique présente, soit un réticulum bien visible (*Pittosporum heterophyllum..., Citriobatus multiflorus*), soit un réticulum peu apparent (*Pittosporum eugenioides, Sollya fusiformis*).

— Le noyau quiescent se distingue du noyau interphasique soit par une augmentation de la chromaticité, soit par une modification de l'aspect des chromocentres ; ils sont plus volumineux et résultent de l'agglomération de plusieurs d'entre eux.

— Le diamètre des noyaux, généralement circulaires en coupe, est de 6-7 μ pour les noyaux interphasiques, 5-6 μ pour les noyaux quiescents. A la prophase il atteint au grand maximum 10 μ de diamètre. Seuls le *Pittosporum phillyraeoides* et le *Citriobatus multiflorus* présentent des noyaux plus légèrement volumineux.

— Le cycle mitotique est normal. La prophase est caractérisée essentiellement par trois stades : un stade à réticulum parsemé de chromocentres plus ou moins arqués, un autre à filaments fins enchevêtrés et contournés, le dernier stade à filaments épais bien individualisés préfigurant les chromosomes. Nous n'avons trouvé qu'un petit nombre de métaphase ce qui laisserait supposer que cette étape de la mitose est de courte durée ; peut-être est-ce dû au fait que les fixations ayant été effectuées, pour la plupart, pendant l'hiver, les méristèmes radiculaires ne présentaient pas leur maximum d'activité mitotique à cette époque. L'anaphase contribue à l'individualisation de deux stocks chromosomiques. A la télophase les chromosomes disparaissent en donnant un réseau ; la despiralisation des chromonémas est plus ou moins poussée ; quand elle peut s'achever elle aboutit à la formation de noyaux réticulés ; quand elle n'a pas le temps de le faire elle contribue à la présence de noyaux réticulés chromocentriques.

L'étude des chromosomes chez les Pittosporacées, nous conduit d'autre part aux remarques suivantes :

— N'ayant étudié qu'une espèce de *Sollya* et de *Citriobatus* nous ne savons pas si le nombre chromosomique varie à l'intérieur de ces genres. Pour les *Pittosporum* il semble être constant. Nous avons dénombré 24 chromosomes chez des *Pittosporum* provenant de diverses régions : trois d'Australie, un de Chine, un de Formose et deux de Nouvelle-Zélande. Ce nombre concorde avec celui trouvé par Schürhoff pour le *Pittosporum tobira*, originaire de Chine et du Japon, et avec celui publié par Rattenbury pour huit *Pittosporum* de Nouvelle-Zélande.

Source : MNHN, Paris

— L'épaisseur des chromosomes, compte tenu des procédés de coloration employés, est sensiblement égal à 0,4 μ pour *Soltya* et sept espèces de *Pittosporum*. Chez le *Pittosporum phillyraeoides* et le *Citriobatus multiflorus* elle ne dépasse pas 0,6 μ.

— Nous avons constaté une diversité de longueur des chromosomes à l'intérieur de chaque idiogramme : de grands chromosomes avoisinent des plus petits. Le rapport des longueurs extrêmes se situe sensiblement entre 2 et 3,5 μ.

— Corrélativement á l'épaisseur et au nombre des chromosomes, le diamètre des plaques métaphasiques s'est révélé être une constante sensiblement égale à 8 μ, sauf pour les *Pittosporum phillyraeoides* et *Citriobatus multiflorus* où il atteint 12-13 μ (nos observations ont porté principalement sur les cellules de la zone corticale de la racine).

B. — Deux espèces de *Pittosporaceae*, ont plus particuliérement attiré notre attention. Il s'agit des *Pittosporum phillyraeoides* et *Citriobatus multiflorus*. Le *Pittosporum phillyraeoides* se distingue des autres Pittosporacées par son noyau réticulé, tandis que le *Citriobatus multiflorus* diffère par son nombre chromosomique égal á 36. Ces deux espéces se rapprochent l'une de l'autre par l'épaisseur de leur chromosomes.

— Le *Pittosporum phillyraeoides* s'oppose aux autres *Pittosporum* par ses grands chromosomes. La présence de grands chromosomes provenant d'un noyau réticulé est une observation courante bien que sujette à des exceptions. Aussi nous sommes-nous demandé tout d'abord si cette présence de grands chromosomes ne caractérisait pas une variété de l'espéce *phillyraeoides* différent du type par une « variation volumétrique » de ses chromosomes (2). Ne pouvant actuellement résoudre cette question faute d'avoir pu observer d'autres *P. phillyraeoides*, nous nous sommes demandé ensuite si cette présence était un caractère spécifique à l'espéce. Dans ce cas elle permettrait de définir deux catégories de *Pittosporum* : l'une groupant les *Pittosporum* ayant pour épaisseur des chromosomes 0,4 μ, l'autre rassemblant les *Pittosporum* ayant pour épaisseur des chromosomes 0,6 μ.

— Le *Citriobatus multiflorus* diffère des autres Pittosporacées par son nombre chromosomique égal à 36. Le nombre peu élevé de plaques métaphasiques observées ne nous a pas permis de déterminer avec certitude la forme des chromosomes et de déduire si cette espèce est diploïde ou polyploïde. Si le *Citriobatus* est diploïde, le nombre de base serait nouveau pour la famille des Pittosporacées et égal à 18. Dans le cas de polyploïdie, il pourrait être triploïde et le nombre de base égal à 12 correspondrait à celui trouvé pour les autres Pittosporacées. Il accentuerait l'homogénéité de cette famille.

— Le *Citriobatus multiflorus* se rapproche du *Pittosporum phillyraeoides* par l'épaisseur de ses chromosomes. L'épaisseur des chromosomes du *Citriobatus* pourrait résulter comme il a été envisagé chez le *Pittosporum phillyraeoides*, d'une « variation volumétrique » caractérisant ainsi une variété.

(2) « Variation volumétrique » : terme employé par CUÉNOT dans *L'Espèce*, p. 51, 1936.

Source : MNHN, Paris

Elle pourrait être aussi spécifique du genre *Citriobatus* et dans ce cas, elle confirmerait la présence chez les Pittosporacées d'espèces à chromosomes épais de 0,4 μ et d'autres chromosomes épais de 0,6 μ. Nous sommes porté à admettre cette dernière hypothèse malgré le petit nombre d'espèces étudiées qui sont toutes cultivées sur milieu de culture identique dans les serres du Muséum.

Mais ces deux *Pittosporaceae* se rapprochent également par leurs caractères xérophytiques. Elles vivent en Australie dans les régions sèches et le *Pittosporum phillyraeoides* peut particulièrement se rencontrer dans les régions les plus arides de ce continent. Chacune s'est adaptée à la sécheresse. Le *Citriobatus multiflorus* a pris un port d'arbrisseau épineux à feuilles réduites. Le *Pittosporum phillyraeoides* a modifié l'anatomie de ses feuilles ; longues et étroites, elles possèdent des cellules épidermiques à épaississement particulièrement important et sur la face inférieure des cellules allongées en forme de palissade interprétées comme jouant le rôle de réservoir d'eau. La présence de chromosomes épais chez ces deux espèces appartenant à des genres différents, leur même biotope, nous amène à suggérer l'existence d'une relation possible entre ces deux caractères bien que cette relation n'ait pas encore été signalée, tout au moins à notre connaissance, chez d'autres familles. Cette relation serait peut-être un caractère spécifique de la famille des Pittosporacées.

C. — Le nombre chromosomique $2n = 24$ trouvé chez tous les *Pittosporum* étudiés, s'il était confirmé pour toutes les espèces du genre, serait d'une haute valeur systématique. Il confirmerait l'homogénéité du genre *Pittosporum*, réparti principalement en Australie, Afrique, Asie, Madagascar, Nouvelle-Calédonie, Nouvelle-Zélande et dont les 199 espèces se classent d'après Cufodontis en 182 endémiques et seulement 17 qui ne le sont pas. Nous remarquons à ce sujet que le genre *Escallonia*, localisé uniquement en Amérique du Sud, présente le même caractère : les 24 espèces et variétés actuellement dénombrées par Hamel et Zielinski possèdent toutes 24 chromosomes. Cette constance du nombre chromosomique serait peut-être en relation avec leur caractère endémique et aussi peut-être avec leur caractère ligneux. Nous constatons en effet, que toutes les espèces des genres ligneux des Saxifragacées : *Ribes*, *Philadelphus*, *Hydrangea*, *Deutzia*, possèdent le même nombre de base, quelques espèces différant par polyploïdie. Nous retrouvons le même caractère pour les quatre espèces étudiées sur cinq que comporte la famille des Eucryphiacées endémique d'Australie (trois espèces) et du Chili (deux espèces).

## II. — Discussion des observations effectuées chez les Bixacées et les Flacourtiacées

A. — L'étude des noyaux de deux Flacourtiacées et d'une Bixacée nous permet de présenter les conclusions suivantes :

— Ces trois espèces possèdent des noyaux réticulés chromocentriques mais le réticulum est peu important et à peine visible chez le *Bixa orellana*

Source : MNHN, Paris

tandis qu'il est bien apparent chez le *Oncoba spinosa* et encore plus chez le *Taraktogenos serrata* ; le réticulum chez ces deux espéces présente des mailles fines parsemées de chromocentres généralement petits, même dans le noyau quiescent.

— L'aspect des noyaux est sphérique chez les *Bixa orellana* et *Oncoba spinosa*, plus ou moins ellipsoïdal chez le *Taraktogenos serrata* ; le diamètre varie corrélativement ; sensiblement le même chez les *Bixa orellana* et *Oncoba spinosa*, il est de l'ordre de 0,6 μ ; alors qu'il atteint 9-10 μ chez le *Taraktogenos serrata*.

— Le nombre et l'épaisseur des chromosomes diffèrent entre ces trois espèces. Le *Bixa orellana* présente 11 chromosomes d'épaisseur sensiblement égale à 0,3 μ et d'aspect hétérogène : de grands chromosomes se trouvant réunis à d'autres chromosomes de longueur moindre. Les *Oncoba spinosa* et *Taraktogenos serrata* possèdent des chromosomes plus homogènes par leur longueur et leur forme mais différents par leur nombre 22 et 48 et par leur épaisseur inférieure à 0,3 μ pour l'un et ne dépassant pas 0,5 μ pour l'autre.

B. — Le nombre chromosomique rencontré chez le *Bixa orellana* concorde avec celui trouvé par Janaki Ammal et cité dans la 1re édition du « Chromosome Atlas of Cultivated Plants ». Il diffère de celui observé par Simmonds en 1954 et qui est reporté à côté du précédent dans la 2e édition du « Chromosome Atlas ». Simmonds, dans sa publication, se contente de citer le nombre $2n = 16$ et de souligner qu'il diffère de celui trouvé par Janaki Ammal ; il ne donne aucune figure. Nous admettons, après avoir regardé un certain nombre de plaques métaphasiques, qu'il existe deux grands chromosomes atteignant 3,4 μ, et qui contrastent par leur longueur avec les autres qui sont en bâtonnets. Nous pensons que la divergence constatée entre les deux nombres publiés résulte de l'interprétation de ces deux grands chromosomes estimés représenter quatre chromosomes plus petits. Sinon nous sommes conduit à admettre, en supposant que les recherches ont bien été effectuées sur le *Bixa orellana* L. l'existence d'une variété. Cette variété se distinguerait du *Bixa orellana* L., pris pour type, par la présence supplémentaire de deux chromosomes (3).

C. — Le nombre chromosomique trouvé pour le *Oncoba spinosa*, $2n = 22$, diffère de celui observé par S. Mangenot et G. Mangenot chez le *Oncoba brachyantera* pour lequel ces auteurs donnent $2n = 20$ ; ils remarquent à ce sujet que ce nombre $2n = 20$ est signalé pour la première fois dans la famille des Flacourtiacées. Si nous admettons l'existence d'un nombre de

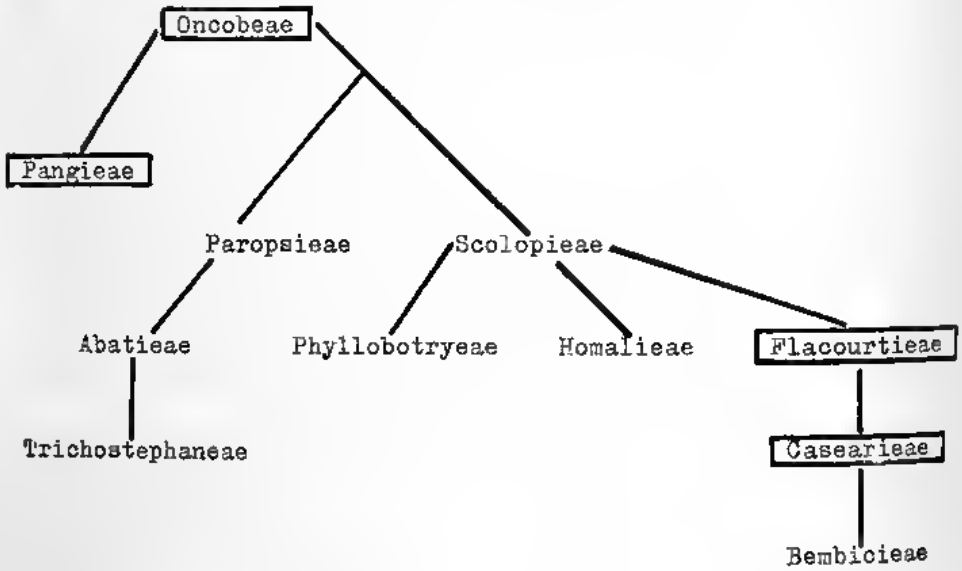
(3) Le *Bixa orellana*, originaire d'Amérique tropicale, plus connu sous le nom de Roucouyer, était un arbre très recherché et utilisé pour la teinture ou roucou qu'il fournissait. Le Roucou est tiré de la pulpe rouge qui enveloppe les graines ; elle est employée pour la préparation du chocolat, pour la coloration du beurre, pour teindre la soie en jaune ou orange. Les Hollandais l'utilisaient pour teindre leur célèbre fromage qu'ils exportaient. Les Peaux-Rouges devaient s'en servir pour se teindre.

Source : MNHN, Paris

base égal à 10 dans cette famille, il existerait actuellement pour le genre *Oncoba* deux nombres de base x = 10 et 11.

Les chromosomes du *Taraktogenos serrata* n'avaient pas été dénombrés jusqu'ici. Le nombre 48 que nous lui attribuons concorde avec le nombre de base 12, trouvé également dans la famille des Flacourtiacées, en supposant que l'espèce étudiée est tétraploïde. Cette tétraploïdie serait identique à celle trouvée par HAMACHER chez le *Hydnocarpus laurifolia*. Nous remarquons à ce sujet que GILG dans « Die natürlichen Pflanzenfamilien », supprime le genre *Taraktogenos* pour en faire une section du genre *Hydnocarpus*. Cette hypothèse devient encore plus plausible si nous tenons compte tant du nombre que de la forme, de la longueur et de l'épaisseur des chromosomes, sensiblement les mêmes chez les *Hydnocarpus laurifolia* et *Taraktogenos serrata*. L'étude du noyau du *Hydnocarpus laurifolia* devrait confirmer définitivement cette proche parenté. Si l'espèce n'est pas tétraploïde mais diploïde, ce dont nous doutons car la présence dans les noyaux télophasiques et surtout prophasiques de deux et trois nucléoles est un argument en faveur d'une polyploïdie, le nombre de base serait 24. Ce nombre ne serait pas nouveau chez les Flacourtiacées ; S. MANGENOT et G. MANGENOT comptent chez le *Lindackeria dentata* $2n = 48$ chromosomes et ne signalent pas que cette espèce est polyploïde. Ce nombre serait voisin du nombre $n = 22$ trouvé dans cette même famille, chez le *Idesia polycarpa*, par CORTI ($2n = 44$) et chez le *Casearia barteri* par S. MANGENOT et G. MANGENOT ($2n = 44$).

Nous remarquons que la tribu des *Oncobeae* groupant principalement les genres *Caloncoba*, *Oncoba*, *Dasylepis*, *Lindackeria*, est, d'après GILG, la tribu d'où auraient pu dériver les autres tribus des Flacourtiacées. Il résume cette hypothèse par le schéma suivant (4) :




(4) Les familles dont certaines espèces ont été étudiées caryologiquement sont encadrées.

Source : MNHN, Paris

Du point de vue chromosomique, la tribu des *Oncobeae* se différencie actuellement des autres tribus par les quatre nombres de base trouvés et qui sont : x = 10, 11, 12 et 24. La tribu des *Pangieae* est caractérisée par les nombres de base x= 11, 12 et 24, ce qui serait un argument en faveur de son ascendance directe avec la précédente tribu. Les nombres de base x = 11, 12 et 22 trouvés chez les *Flacourtieae* montreraient leur relation plus ou moins lointaine avec les *Oncobeae*.

Les différents nombres de base connus actuellement confirmeraient les rapports établis par GILG entre les différentes tribus des Flacourtiacées.

## III. — DISCUSSION AU SUJET DE LA PLACE DES PITTOSPORACÉES DANS LA CLASSIFICATION ET DE LEURS RELATIONS AVEC LES AUTRES FAMILLES

A. — Les Pittosporacées ont été mises en relation avec les familles les plus diverses. Il ne paraît pas utile de rappeler toutes ces parentés aprés la critique qu'en a fait PRITZEL. Aussi nous limiterons-nous à celles qui sont encore proposées.

— BAILLON remarque qu'il n'existe pas de différence essentielle dans l'anatomie de la fleur entre les Pittosporacées et les *Escallonia*. Il écrit à ce propos : « On peut donc dire que les *Escallonia* sont des Pittosporées à réceptacle concave et non convexe ; ou que les *Pittosporum* sont aux *Escallonia* ce que les Saxifrages à ovaire supére sont aux Saxifrages á ovaire infére. Or, nous savons qu'on les laisse les unes et les autres, non seulement dans une même famille, mais encore dans un même genre ; et nous savons qu'on ne pourrait raisonnablement faire autrement ». C'est pourquoi il fait des Pittosporacées une sous-famille des Saxifragacées ; selon lui cette conception est renforcée par les relations qu'il met en évidence entre le genre *Brexia* appartenant aux Saxifragacées et les Pittosporacées : « Pour moi, les *Brexia* rattachent bien les Pittosporées aux Saxifragées. Le réceptacle est convexe et l'ovaire supère comme il l'est dans les Pittosporées..., comme il l'est dans beaucoup de Saxifrages. La placentation en partie axile et en partie pariétale comme chez les Saxifrages et les Pittosporées. Les feuilles carpellaires sont au nombre de cinq tandis que le nombre deux est fréquent chez les Saxifragées et les Pittosporées ; mais il y a des *Pittosporum* à ovaire 3-5 carpellé... ».

— PRITZEL en 1932 refuse de faire des Pittosporacées une sous-famille des Saxifragacées parce que les premiéres possédent des canaux sécréteurs et que les secondes en sont dépourvues. Pour justifier cette exclusion, il cite l'exemple du genre *Chalopoa* Hook f. (= *Tribeles Phillipi*) retiré des Pittosporacées en raison de l'absence de canaux sécréteurs et mis pour cela chez les Saxifragacées. Actuellement, EMBERGER sépare également les deux familles, tout en définissant les Pittosporacées comme étant des Saxifragacées à canaux sécréteurs.

— HUTCHINSON, dans la 1re édition (1926) de son ouvrage : « The families of Flowering Plants », reprenant partiellement l'hypothése de BROWN (1814) qui plaçait les Pittosporées entre les Polygalacées et les Dilléniacées, fait

Source : MNHN, Paris

dériver les Pittosporacées des Dilléniales. Dans la 2e édition de ce même livre (1959) il les fait dériver des Bixales, ce qui le rapproche de BENTHAM et HOOKER fils qui plaçaient les Pittosporacées entre les *Bixineae* et les *Tremandraceae*. Il estime cependant que les Pittosporacées pourraient bien être placées prés des Cunoniales, ordre groupant, selon lui, les familles des Cunionacées, Greyacées... et les Saxifragacées ligneuses : Escalloniacées, Grossulariacées, Hydrangeacées, Philadelphacécs (5).

Deux grandes conceptions ont donc prévalu et les divers auteurs s'en sont plus ou moins inspirés :

— celle de rapprocher les Pittosporacées des Escalloniacées et de les rattacher ainsi aux Saxifragacées et á l'ordre des Rosales ;

— celle de les faire dériver des Bixales et de les rapprocher ainsi de l'ordre des Pariétales.

Nous remarquons, au sujet du rapprochement des Pittosporacées des *Bixineae* effectué par BENTHAM et HOOKER fils, l'absence de toute critique de PRITZEL qui passe le problème sous silence, l'incertitude d'HUTCHINSON qui préfère les placer prés des Bixales, tout en admettent qu'elles pourraient bien se placer près des Cunoniales, et qui ne donne pas les raisons de son choix.

B. — Est-il possible de préciser la place que les Pittosporacées doivent occuper dans la classification d'après les caractéres caryologiques trouvés dans cette famille. C'est donc ce que nous allons essayer de faire en comparant ces résultats á ceux obtenus à propos des familles dont elles sont rapprochées. Pour cette étude de caryologie comparée il nous a paru nécessaire de recenser les descriptions des structures nucléaires chez les espéces appartenant á ces diverses familles, puis pour chacune d'elles de donner également le nombre chromosomique.

1. — *Structure nucléaire.*

Parmi les Escalloniacées, trois espèces du genre *Escallonia*, étudiées par HAMEL, possèdent des noyaux á réseau ténu mais cependant caractéristique, sur lequel se trouve des chromocentres petits, bien chromatiques, en nombre sensiblement égal à celui des chromosomes. Dans cette même famille, si l'on admet l'hypothèse de HALLIER reprise par ENGLER, deux espèces du genre *Corokia* se caractérisent, d'après le même auteur, par des noyaux présentant une douzaine de chromocentres se détachant sur le réticulum. Pour les autres genres appartenant aux Escalloniacées, nous ne possédons pas, à notre connaissance, de renseignements caryologiques. Nous en avons, par contre, pour des genres tels que *Itea*, *Brexia*, placés par HUTCHINSON dans la famille des Escalloniacées, tandis que ENGLER les considérait comme représentant des sous-familles des Saxifragacées au même titre que les Escalloniacées qu'il dénomme alors *Escallonioideae*.

(5) Il nous paraît utile de rappeler le sens que HUTCHINSON donne au terme « dériver » : « On n'a pas l'intention de soutenir l'idée que les familles telles qu'elles existent aujourd'hui sont dérivées l'une de l'autre, mais que une ou plusieurs d'entre elles dérivent d'un même stock de base que les familles placées à un niveau inférieur de l'arbre généalogique. »

Source : MNHN, Paris

Chez *Itea* la structure nucléaire ressemble à celle des *Escallonia* tandis que, chez *Brexia*, elle s'en écarte légèrement ; en effet, le *Brexia madagascariensis* présente des chromocentres réduits à des points épars sur un réseau grêle et pâle.

Tixier, en 1953, observe chez le *Dillenia ovata*, des noyaux interphasiques se caractérisant par leur faible colorabilité et dans lesquels on peut distinguer un réseau de filaments peu chromatiques comportant des épaississements de place en place ; ceux-ci au début de la prophase s'organisent en chromocentres peu nombreux, sans doute composés de plusieurs éléments, puis donnent naissance aux chromosomes en même temps que disparaissent les filaments du réseau.

Parmi les Bixales, le *Bixa orellana*, appartenant à la famille des Bixacées et étudié dans ce Mémoire, possède un noyau remarquable par sa faible colorabilité et caractérisé par un réticulum peu apparent, parsemé de petits chromocentres. Dans ce même ordre, deux Flacourtiacées ont été également étudiées : le *Oncoba spinosa* présente des noyaux trés peu chromatiques possédant un réticulum pâle parsemé de petits chromocentres, tandis que chez le *Taraktogenos serrata*, les noyaux de même type se différencient cependant par leur plus grand diamètre et par leur plus forte chromaticité.

Trois *Cunoniaceae* : les *Pancheria Seberlii*, *Geissois pruinosa* et *Cunonia capensis*, étudiées par Hamel, ont des structures nucléaires proches de celles trouvées précédemment chez les Escalloniacées, par leur noyau montrant un fin réticulum sur lequel se distinguent des chromocentres, petits, en nombre sensiblement égal à celui des chromosomes.

Chez les Grossulariacées, le genre *Ribes* étudié par ce même auteur, et représentant unique de la famille d'après Hutchinson, est caractérisé par son noyau á calotte ou à polarité chromatique. Ce noyau se présente en vue de profil comme formé de deux parties, l'une où se trouve concentrée la majorité de la chromatine sous forme réticulée trés dense, l'autre presque uniquement occupée par le nucléole.

Dans la famille des Hydrangéacées et Philadelphacées, les genres *Hydrangea*, *Philadelphus*, *Deutzia*, d'aprés Hamel, sont caractérisés par un réseau légèrement teinté et fin sur lequel se disposent des chromocentres très chromatiques. Le *Schizophragma integrifolium* possède des noyaux interphasiques où le réticulum bien net est accompagné de chromocentres nombreux dont certains sont plus gros que les autres. A l'inverse des genres précédents, le genre *Jamesia* ne comportant qu'une espéce d'Amérique, le *Jamesia americana*, présente un noyau réticulé.

2. — *Nombre chromosomique.*

Dans la famille des Escalloniacées, Hamel trouve, en 1919, chez trois espèces du genre *Escallonia* Mutis d'Amérique du Sud, $2n = 24$ chromosomes, d'une épaisseur de 0,3 $\mu$ et de longueurs comprises entre 0,8 $\mu$ et 1,7 $\mu$. Zielinski, en 1955, pour 21 espèces et variétés du genre *Escallonia*, confirme le même nombre chromosomique et l'aspect comparable des chromosomes. Dans cette même famille, le *Corokia cotoneaster* Raoul, de la Nouvelle-Zélande, possède 18 chromosomes, selon Wancher, ce qui est confirmé

Source : MNHN, Paris

par HAMEL. Ce dernier auteur rencontre également chez le *Corokia virgata* Turril (= *C. variabilis* Hort. ex Bean), 18 chromosomes tout à fait comparables à ceux de l'espèce précédente. Les chromosomes de ces deux espèces ont 0,5 μ d'épaisseur et une longueur comprise sensiblement entre 1,4 μ et 3,6 μ.

Deux espèces d'*Itea* ont été examinées. La 1re, le *Itea ilicifolia* Oliver du Hou Pé et du Setchouan possède 11 bivalents, dénombrés par BOWDEN. La 2e, le *Itea virginica* L., de l'Amérique du Nord, présente également 11 bivalents comptés par SAX. SCHOENNAGEL, puis HAMEL, retrouvent 22 chromosomes dans les méristèmes radiculaires.

Pour le *Brexia madagascariensis* Thouars, HAMEL dénombre, en contradiction avec SCHOENNAGEL qui en comptait 64, 60 chromosomes ; il donne une description de l'idiogramme : « Quatre d'entre eux sont deux fois plus longs que la plupart des autres... Ils mesurent 0,9 μ et correspondent à deux paires apparemment semblables. L'espèce est vraisemblablement tétraploïde car il est possible de distinguer encore quatre chromosomes dont la longueur ne dépasse guère 0,6 μ. Les derniers sont plus ou moins punctiformes puisque l'épaisseur chromosomique moyenne est de 0,3 μ et que leur plus grande dimension varie entre 0,1 et 0,5 μ ».

Pour les Dilleniacées, plusieurs nombres ont été trouvés. PAETOW (1931) compte $2n = 26$ chez le *Wormia suffruticosa* tandis que TIXIEN, chez le *Dillenia ovata*, dénombre $2n = 32$. JANAKI AMMAL (1945) trouve 18 chromosomes chez le *Hibberlia volubis*. HOTCHKISS (1955) constate, par contre, la présence de 16, 32 et 64 chromosomes pour cinq espèces du genre *Hibbertia*.

Pour le *Bixa orellana* L., nous confirmons le nombre $2n = 14$ trouvé antérieurement par JANAKI AMMAL et différant de deux unités de celui obtenu par SIMMONDS (voir discussion ci-dessus).

Pour les Flacourtiacées, les nombres chromosomiques sont différents : dans la tribu des *Oncobeae*, S. MANGENOT et G. MANGENOT trouvent, chez les *Caloncoba brevipes* Gilg, *C. echinata* Gilg et *C. gilgiana* (Sprague) Gilg, $2n = 24$. Pour le *Oncoba brachyanthera* Oliv., ils estiment à $2n = 20$ le nombre chromosomique tandis que nous avons dénombré $2n = 22$ chez le *Oncoba spinosa* Forsk. Ils comptent pour les *Dasylepis assinensis* A. Chev. et *Lindackeria denlata* Gilg, respectivement 24 et 48 chromosomes.

La tribu des *Pangieae* est caractérisée par le nombre $2n = 22, 24, 48$ trouvés respectivement pour les *Hydnocarpus ilicifolia* (JANAKI AMMAL), *H. anthelminthica* (JANAKI AMMAL), *H. laurifolia* (HAMACHER). Nous avons trouvé $2n = 48$ pour le *Taraklogenos serrata* Pierre.

Deux genres de la tribu des *Flacourtieae* sont actuellement dénombrés. Les deux espèces du genre *Flacourtia*, les *F. ramontchi* et *F. separia* possèdent $2n = 22$ (BHADURI et KAR et TIJO pour la 2e). Le nombre chromosomique de l'espèce *polycarpa* du genre *Idesia* est estimé à 44 par CORTI.

Dans la tribu des *Cascarieae*, seul le *Casearia barleri* Mast a été étudié ; il possède $2n = 44$ chromosomes (S. MANGENOT et G. MANGENOT).

Les six Cunoniacées dont les chromosomes ont été dénombrés pour le moment, possèdent des nombres chromosomiques différents. Le *Ackama rosaefolia* A. Cunn., chez lequel $n = 16$ (HAIR et BEUZENBERG, 1960), les

Source : MNHN, Paris

*Weinmania racemosa* L. f. et *W. sylvicola* Soland., caractérisés l'un et l'autre par $n = 15$ (HAIR et BEUZENBERG, 1960), sont originaires de la Nouvelle-Zélande. Le *Ceratopetallum gummiferum* Smith, de la Nouvelle-Galle du Sud, possède $2n = 32$ chromosomes (SMITH-WHITE, 1956). Le *Cunonia capensis* L. du Cap et du Natal, a lui aussi 32 chromosomes dont l'épaisseur moyenne est inférieure à 0,3 µ et dont les longueurs sont comprises sensiblement entre 1 µ et 2 µ (HAMEL). Le *Geissois pruinosa* Brong. et Gris. de la Nouvelle-Calédonie, a également 32 chromosomes de petite taille ; les plus grands ont moins de 1,5 µ. Le *Pancheria Sebertii* Guillaumin, de la Nouvelle-Calédonie également, appartenant, à la différence des genres précédents, à la tribu des *Pancherieae*, possède 24 chromosomes somatiques tous épais de 0,3 µ et ayant respectivement, pour les plus grands et les plus petits, 2 µ et 0,8 µ de long.

Dans la famille des Grossulariacées, de nombreux *Ribes* ont été dénombrés par différents auteurs. Le nombre chromosomique est égal à $2n = 16$ chez toutes les espèces sauf chez le *Ribes Gayanum* (Spach) Steud. qui est tétraploïde avec $2n = 32$ ; les chromosomes ont un aspect comparable. Chez le *Ribes aureum* HAMEL décrit des chromosomes épais de 0,5 µ et dont la longueur est comprise entre 1,6 µ et 3,6 µ.

Sur les Philadelphacées de nombreux travaux ont également été effectués. Les *Philadelphus* ont tous 26 chromosomes somatiques et des idiogrammes voisins ; les chromosomes épais de 0,4 µ ont des longueurs comprises entre 1,2 µ et 3,4 µ. Le *Jamesia americana* se caractérise par 32 chromosomes de 0,3 µ d'épaisseur et de longueur comprise entre 0,9 µ et 2,3 µ (HAMEL). Le genre *Deutzia* est tout à fait remarquable par la facilité qu'il a de former des polyploïdes ; le nombre de base est $x = 13$ pour toutes les espèces ; chez le *Deutzia longifolia* les 104 chromosomes ont une épaisseur moyenne inférieure à 0,5 µ et leur longueur se situe entre 3 µ et 1 µ (HAMEL).

Dans la famille des Hydrangeacées les caryologistes comptent, pour divers *Hydrangea*, 36 ou 72 chromosomes d'épaisseur 0,4 µ et ne dépassant pas 2,4 µ pour les plus grands et atteignant seulement 1,4 µ pour les plus petits. Le *Schizophragma integrifolia* présente 72 chromosomes d'aspect et de dimensions différentes (3,8 µ pour les plus grands, 1,1 µ pour les plus petits) tandis que le *S. hydrangeoides* possède 11 bivalents.

C. — Que conclure de cette étude de caryologie comparée ?

Le rapprochement morphologique observé par BAILLON entre Pittosporacées et Escalloniacées est, semble-t-il, confirmé caryologiquement. Ces deux familles présentent le même type nucléaire : noyaux réticulés chromocentriques. Elles possèdent sensiblement le même nombre chromosomique ; nous avons rencontré en effet $2n = 24$ chromosomes chez les *Pittosporum* et les *Escallonia* et un nombre comparable chez *Corokia* et *Citriobatus* (18 et 36). Les chromosomes sont cependant, chez les Pittosporacées, plus grands que ceux du genre *Escallonia* mais ils se rapprochent morphologiquement de ceux décrits chez *Corokia*.

HAMEL ne s'oppose pas à rassembler *Escallonia* et *Itea*, malgré leur nombre chromosomique différent, bien que voisin (22 et 21), tandis qu'il

Source : MNHN, Paris

est plus réservé au sujet du genre *Brexia* qui lui semble isolé de l'ensemble par son nombre chromosomique (60) et par sa structure nucléaire. Ces deux genres comparés aux Pittosporacées s'éloignent d'elles sensiblement pour les *Itea*, plus intensément pour le *Brexia*. Nous remarquons que l'hypothèse de BAILLON de faire de *Brexia* le genre intermédiaire entre *Escallonia* et Pittosporacées semble de moins en moins plausible et ne pas devoir être retenue. Il nous semble difficile de concevoir qu'un genre, dont les affinités avec les Escalloniacées sont discutables, et dont le type nucléaire diffère complètement de celui trouvé chez les Pittosporacées, puisse être le lien phylogénétique reliant ces deux familles.

La comparaison des Pittosporacées et des Dilléniales nous montre l'existence d'une différence accentuée dans l'évolution mitotique de leur noyau et dans leur nombre chromosomique. Devant l'insuffisance de nos connaissances caryologiques sur les Dilléniales, il est très difficile de se prononcer sur une descendance plus ou moins lointaine des Pittosporacées à partir de cette famille.

Les Bixales et les Pittosporacées mises en parallèle se différencient par l'aspect et le nombre de leurs chromosomes, la forme et la grandeur des chromocentres, et par la structure du réticulum. Il est également très difficile de se prononcer au sujet d'un rapprochement des Pittosporales et des Bixales. De ces deux ordres créés par HUTCHINSON nous ne connaissons que quelques espèces de trois familles principales. Peut-être, entre les familles des Byblidacées, Stegnospermacées, Vivianiacées, Trémandracées appartenant à l'ordre des Pittosporales et celles de l'ordre des Bixales (Bixacées, Flacourtiacées) trouverions-nous des ressemblances caryologiques nous permettant de les rapprocher.

La comparaison des Cunionacées avec les Pittosporacées fait ressortir une légère différence entre ces deux familles, dans la structure du réticulum, le nombre et la grandeur des chromocentres. Les nombres chromosomiques sont plus variés chez les Cunoniacées, mais peut-être est-ce dû au fait que toutes les espéces actuellement dénombrées appartiennent à ces genres différents.

Les Grossulariacées, représentées par le genre *Ribes*, se séparent des Pittosporacées par leur noyau réticulé à polarité chromatique et par leur nombre chromosomique égal à 16. La forme et la grandeur des chromosomes sont par contre comparables.

La comparaison des Hydrangéacées, Philadelphacées et Pittosporacées révéle une similitude dans la structure nucléaire du noyau et dans l'aspect comparable des chromosomes. Les nombres chromosomiques sont cependant différents. Une seule espèce, le *Jamesia americana*, présente, comme le *Pittosporum phillyraeoïdes*, un noyau réticulé mais se caractérisant par des chromosomes courts 0,9 μ et 2,3 μ ce qui semble exceptionnel pour un noyau de ce type.

La comparaison des Pittosporacées et des familles suivantes : Cunoniacées, Grossulariacées, Hydrangéacées, Philadelphacées, Escalloniacées, montre un ensemble de caractères caryologiques semblables. Toutes ces familles présentent un noyau à réticulum plus ou moins net ou important, sur lequel

Source : MNHN, Paris

sont disposés des chromocentres plus ou moins constants dans leur forme et dans leur nombre. Trois de ces familles comptent au moins un genre possédant une ou plusieurs espèces à noyaux réticulés (Pittosporacées, Philadelphacées, Grossulariacées). Leurs chromosomes sont comparables dans leur forme et dans leurs dimensions. Leur nombre est quant à lui sujet à des variations plus ou moins importantes.

La caryologie comparée des différentes espèces, genres et familles nommés ci-dessus nous indique la possibilité d'un rapprochement entre les Pittosporacées et les Escalloniacées et d'un rapprochement plus lointain avec les Hydrangéacées, Philadelphacées, Grossulariacées, Cunoniacées. Elle nous présente également une différence assez nette entre les Pittosporacées et les Dilléniales et entre les Pittosporacées et les Bixales. Elle apporte un argument en faveur du rattachement des Pittosporacées à l'ordre des Rosales. Elle infirme tout au moins actuellement l'idée d'HUTCHINSON de faire dériver les Pittosporales des Bixales. Par contre, elle semble confirmer le rapprochement des Pittosporacées de l'ordre des Cunoniales. A propos de cet ordre, créé par HUTCHINSON, nous avons vu que les principales familles qui le composent (Cunoniacées, Hydrangéacées, Philadelphacées, Grossulariacées, Escalloniacées) sont proches caryologiquement les unes des autres, et que les Pittosporacées ont des relations plus ou moins étroites avec ces familles. Nous pourrions donc en déduire que la caryologie de ces familles confirme leur groupement par HUTCHINSON dans un même ordre, celui des Cunoniales, et confirme la proposition du même auteur de placer les Pittosporacées près des Cunoniales. Cependant en présentant ainsi les faits, c'est-à-dire en ne parlant que des Grossulariacées, Hydrangéacées, Philadelphacées, Escalloniacées, comme familles, nous avons adopté implicitement les vues d'HUTCHINSON et nous avons séparé les Saxifragacées en deux ensembles distincts phylogénétiquement : les Saxifragacées ligneuses et les Saxifragacées herbacées, à l'opposé d'ENGLER qui fait des Saxifragacées un grand ensemble par enchaînement. N'ayant pas à discuter dans ce mémoire de cette séparation, pour la commodité de l'exposé, nous avons préféré parler de la sorte, sans pour autant opter pour l'hypothèse d'HUTCHINSON et rejeter celle d'ENGLER.

Pour résumer cette étude cyto-taxinomique des Pittosporacées, nous pouvons dire que cette famille se rapproche, embryologiquement, des Saxifragacées, morphologiquement (anatomie de la fleur) des *Escallonia*, caryologiquement des genres *Escallonia*, *Corokia* et des genres *Ribes*, *Philadelphus*, *Jamesia*, *Deutzia*, *Hydrangea*, *Schizophragma* et ceux de la famille des Cunoniacées, mais à des degrés plus ou moins divers. Elle s'individualise par la forme de ses pétales, la présence de canaux sécréteurs et par la possession de grands chromosomes.

Nous pensons que la famille des Pittosporacées est trop spécialisée pour être rattachée à un ensemble qui l'abaisserait au rang de sous-famille (cf. l'hypothèse de BAILLON). Doit-elle être considérée comme le type de l'ordre des Pittosporales ainsi que le propose HUTCHINSON. N'ayant aucun renseignement caryologique sur les familles des Biblydacées, Vivianiacées, Tréman-

Source : MNHN, Paris

dracées qui composent cet ordre, avec les Pittosporacées, nous ne pouvons pas répondre à cette question, ou, tout au moins, apporter des arguments pour la confirmer ou l'infirmer partiellement.

Nous admettons que la famille des Pittosporacées par la hiérarchie des caractères embryologiques, morphologiques, caryologiques trouvés doit faire partie de l'ordre des Rosales.

Nous pensons qu'elle se rapproche de cet ensemble de plantes ligneuses qu'HUTCHINSON groupe sous le nom de Cunoniales, sans qu'il nous paraisse nécessaire de partager, à ce sujet, son point de vue en ce qui concerne la formation de l'ordre des Cunoniales et la séparation des Saxifragacées en deux groupes isolés phylogénétiquement. Nos travaux ainsi que notre discussion n'ayant porté que sur des espèces ligneuses, nous ne pouvons pas prétendre résoudre ce problème présentement. Dans l'état actuel de nos recherches, en effet, nous serions obligé de faire un acte de foi.

## CONCLUSIONS

Cette étude cyto-taxinomique des Pittosporacées a permis de déterminer le nombre chromosomique de sept espèces du genre *Pittosporum* : les *P. crassifolium*, *P. daphniphylloides*, *P. eugenioides*, *P. heterophyllum*, *P. phillyraeoides*, *P. rhombifolium*, *P. undulatum*, et de constater que ce nombre, constant et égal à $2n = 24$, concorde avec celui trouvé antérieurement pour divers *Pittosporum* ; le nombre chromosomique signalé précédemment par SCHURHOFF pour le *P. tobira* a été aussi confirmé. Elle a permis, d'autre part, de déterminer, ce qui n'avait encore jamais été fait, le nombre chromosomique de deux espèces appartenant à deux autres genres : les *Citriobatus multiflorus* et *Sollya fusiformis*, qui possèdent respectivement 36 à 24 chromosomes.

Cette étude a également conduit à étudier la structure nucléaire et les processus mitotiques chez les Pittosporacées. Elle a permis de constater que, sur les 10 espèces citées précédemment, une seule, le *P. phillyraeoides*, se différencie par son noyau réticulé des autres espèces caractérisées par un noyau réticulé chromocentrique. La mitose dans l'un et l'autre cas s'est révélée être normale.

Dans une discussion des résultats caryologiques obtenus, confrontés dans la mesure du possible avec ceux auxquels sont parvenus d'autres auteurs, l'accent a été mis :

— sur la variation de chromaticité du noyau observée chez les espèces du genre *Pittosporum*, et entre les différents genres ;

— sur l'épaisseur sensiblement constante des chromosomes, en général égal à 0,4 μ, sauf pour deux espèces appartenant à deux genres différents : les *Pittosporum phillyraeoides* et *Citriobatus multiflorus* ; cette épaisseur particulière, sensiblement égale à 0,6 μ, a paru être en relation avec le caractère xérophytique de ces deux espèces d'Australie ;

— sur la constante du nombre chromosomique actuellement trouvé pour toutes les espèces du genre *Pittosporum*, cette constance chromosomique

Source : MNHN, Paris

## NOMBRES CHROMOSOMIQUES ACTUELLEMENT CONNUS

### 1) Chez les **Pittosporaceae**

#### Tribu des PITTOSPOREAE

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Pittosporum anomalum* Laing et Gourlay | Nlle-Zélande | $2n = 24$ | FARNELL 1956 |
| — *colensoi* Hook. f. | — | — | FARNELL 1956 |
| — *crassifolium* A. Cunn. | — | — | GROS |
| — *daphniphylloides* Hayata | Formose | — | GROS |
| — *divaricatum* Cockagne | Nlle-Zélande | — | FARNELL 1956 |
| — *elliptícum* T. Kirk | — | — | FARNELL 1956 |
| — *eugenioides* A. Cunn. | — | — | GROS |
| — *helerophyllum* Franch. | Chine occid. | — | GROS |
| — *lineare* Laing et Gourlay | Nlle-Zélande | — | FARNELL 1956 |
| — *matthewsi* Petrie | — | — | FARNELL 1956 |
| — *phillyraeoides* DC. | Australie | — | GROS |
| — *rhombifolium* A. Cunn. ex Hook. | Australie | — | GROS |
| — *tenuifolium* Banks et Sol. var. *purpureum* | Nlle-Zélande | — | FARNELL 1956 |
| — *lobira* (Thumb.) Ait. | Japon-Chine | — | SCHURHOFF 1928, GROS |
| — *umbellatum* Banks et Sol. | Nlle-Zélande | — | FARNELL 1956 |
| — *undulatum* Vent. | Australie | — | GROS |
| — *viridiflorum* Sims ssp. *Dalzielli* (Hutch.) Cuf. | | — | S. & G. MANGENOT 1962 |

#### Tribu des BILLARDIEREAE

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Citriobatus multiflorus* A. Cunn. | Australie | $2n = 36$ | GROS |
| *Sollya fusiformis* (Labill.) Briq. | Australie | $2n = 24$ | GROS |

### 2) Chez les **Flacourtiaceae**

#### Tribu des ONCOBEAE

| | | |
|---|---|---|
| *Caloncoba brevipes* Gilg | $2n = 24$ | S. & G. MANGENOT 1957 |
| — *echinata* Gilg | — | S. & G. MANGENOT 1957 |
| — *gilgiana* (Sprague) Gilg | — | S. & G. MANGENOT 1958 |
| *Dasylepis assinensis* A. Chev. | — | S. & G. MANGENOT 1958 |
| *Lindackeria dentata* Gilg | $2n = 48$ | S. & G. MANGENOT 1958 |
| *Oncoba brachyanthera* Oliv. | $2n = 20$ | S. & G. MANGENOT 1957 |
| — *spinosa* Forsk. | $2n = 22$ | GROS |

#### Tribu des PANGIEAE

| | | |
|---|---|---|
| *Hydnocarpus ilicifolia* King | $2n = 22$ | JANAKI-AMMAL 1945 |
| — *anthelminthica* Pierre | $2n = 24$ | JANAKI-AMMAL 1945 |
| — *laurifolia* (Dennst.) Sleumer | $2n = 48$ | HAMACHER 1947 |
| *Taraktogenos kurzii* King. | $2n = 24$ | S. & G. MANGENOT 1962 |
| — *serrata* Pierre | $2n = 48$ | GROS |

#### Tribu des FLACOURTIEAE

| | | |
|---|---|---|
| *Flacourtia ramontchii* L'Hérit. | $2n = 22$ | BHADURI et K. 1949 |
| — *sepiara* Roxb. | $2n = 22$ | BHADURI et K. 1949<br>TJIO 1948 |
| *Idesia polycarpa* Maxim. | $2n = 44$ | CORTI 1948 |

#### Tribu des CASEARIEAE

| | | |
|---|---|---|
| *Casearia Barleri* Mast. | $2n = 44$ | S. & G. MANGENOT 1958 |

### 3) Chez les **Bixaceae**

| | | |
|---|---|---|
| *Bixa orellana* L. | $2n = 14$ | JANAKI-AMMAL 1945, GROS |
| | $2n = 16$ | SIMMONDS 1954 |



Source : MNHN, Paris

a semblé être en relation avec le caractère endémique et ligneux de ce genre à très vaste répartition.

La place qui peut être assignée aux Pittosporacées, à partir des résultats caryologiques obtenus, a fait ensuite l'objet d'une discussion d'un point de vue taxinomique. Après un bref rappel historique soulignant la prépondérance de deux grandes conceptions concernant les rapports des Pittosporacées : celle qui consiste à les rapprocher des *Escallonia* et par là à les rattacher aux Saxifragacées et à l'ordre des Rosales et celle de les faire dériver des Bixales et de les intégrer aux Pariétales, une comparaison entre les caractères caryologiques des différentes familles en question et ceux reconnus aux Pittosporacées, a été tentée. Cette comparaison a permis de déduire que ces dernières ont des affinités avec les *Escallonia* et les *Corokia* et des affinités plus lointaines avec les genres de la famille des Cunoniacées et les genres *Ribes*, *Philadelphus*, *Hydrangea*, *Deutzia*, *Schizophragma*, *Jamesia* ; par contre les Pittosporacées semblent s'éloigner caryologiquement des Dilléniales et des Bixales. Une constatation s'est alors imposée ; les différents genres énumérés ci-dessus, groupés par HUTCHINSON dans un même ordre, celui des Cunoniales, se rapprochent caryologiquement les uns des autres. Leur affinité caryologique est, semble-t-il, un argument en faveur de leur réunion dans un même ordre et les affinités plus ou moins lointaines des Pittosporacées avec ces genres semblent vouloir confirmer un possible rapprochement entre celles-ci et les Cunoniales. Cependant la formation de l'ordre des Cunoniales implique la séparation des Saxifragacées en deux ensembles phylogénétiquement distincts : les Saxifragacées ligneuses et les Saxifragacées herbacées et cette séparation ne peut pas actuellement être acceptée comme telle d'après les seuls indices caryologiques.

En résumé, les Pittosporacées constituent une famille à caractères spécifiques bien marqués : forme des pétales, présence de canaux sécréteurs, chromosomes longs, et elle ne semble pas actuellement devoir être intégrée soit à un ensemble qui la ramènerait au rang de sous-famille, soit à un ensemble dont elle serait le type. Le hiérarchie des caractères anatomiques, embryologiques et caryologiques trouvés, la prédispose à faire partie des Rosales au titre de famille bien individualisée se rapprochant, parmi les Saxifragacées ligneuses, tout particulièrement des Escalloniacées.

Corrélativement à l'étude caryologique des Pittosporacées et pour apporter plus d'arguments à la discussion taxinomique, une Bixacée : le *Bixa orellana*, et deux Flacourtiacées : les *Oncoba spinosa* et *Taraktogenos serrata*, ont été également étudiées. Ces trois espèces se caractérisent par des noyaux réticulés chromocentriques et respectivement par $2n = 11, 22, 48$ chromosomes dénombrés pour la première fois pour les deux dernières espèces. Dans une discussion, les différences caryologiques entre ces trois espèces ont été signalées, ainsi que la différence trouvée, chez le *Bixa orellana* entre le nombre chromosomique publié par SIMMONDS et celui obtenu par JANAKI AMMAL, et la différence constatée entre les nombres chromosomiques chez les deux *Oncoba*, seuls étudiés actuellement. Le nombre identique et l'aspect comparable des chromosomes, observés chez les *Taraktogenos*

Source : MNHN, Paris

*serrata* et *Hydnocarpus laurifolia*, semblent rapprocher ces deux espèces, et renforcer l'hypothèse de GILG qui consiste à faire du genre *Taraktogenos* une section du genre *Hydnocarpus*. Il a été fait aussi allusion aux différents nombres de base trouvés actuellement chez les Flacourtiacées et sur leur éventuelle signification en vue d'expliquer la phylogénie des différentes tribus de cette famille.

## BIBLIOGRAPHIE


BAILLON (H.), 1864-1865. — Observations sur les Saxifragées. L'organisation, les rapports et les limites de cette famille. *Adansonia*, **5**, p. 282-304.

— 1871. — Saxifragacées, *in* Histoire des Plantes, **3**, 325-464.

BHADURI (P. N.) et KAR (A. K.), 1955. — *In* DARLINGTON (C. D.) et WYLIE (A. P.) : Chromosome Atlas of flowering plants. Allen et Unwin, édit., 519 pp.

BELL (C. R.) et CAVE (M. S.), 1958. — Index to plant chromosome numbers for 1957, p. 46-47.

— — 1960. — *Id.* for 1959, **4**, p. 40.

BENTHAM (G.) et HOOKER Fils (J. D.), 1862-1867. — Genera plantarum. Vol. 1, Polypetalarum. Reeve et Co. édit., 1010 pp.

CORTI (R.), 1948. — Sul dioicismo di *Idesia polycarpa* Maxim. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, **55**, p. 446-496.

CUFODONTIS (G.), 1960. — Ueber den Umfang und die natürliche Verbreitung der Gattung *Pittosporum*. *Bol. Soc. Brot.*, **34** (2e série), p. 159-176.

EMBERGER (L.), 1960. — Les végétaux vasculaires, *in* CHADEFAUD (M.) et EMBERGER (L.) : Traité de Botanique (Systématique), t. 2, fascicule 2, Masson et Cie édit.

GAGNEPAIN (M. F.), 1908. — Bixacées et Pittosporacées asiatiques. *Bull. Soc. bot. France*, **55**, p. 521-527.

GILG (E.), 1925. — *Flacourtiaceae*, *in* ENGLER (A.) et PRANTL (K.) : Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2e édit., **21**, p. 377-457.

GUILLAUMIN (A.) et HAMEL (J. L.), 1963. — Étude morphologique et caryologique du *Geissois pruinosa* Brong. et Gris. *Bull. Soc. bot. France*, **110**, p. 279-281.

HAIR (J. B.) et BEUZENBERG (E. J.), 1960. — Contribution to a chromosome atlas of the New Zealand flora, 4. *New Zealand Journ. Sc.*, **3**, p. 432-440.

HAMACHER (H.), 1947. — Observaçoes citologicas nos gênero *Hydnocarpus* Gaertner, Determinaçao do numero de cromosomas de *Hydnocarpus laurifolia* (Dennst.) Sleumer. *Mem. Inst. Osw. Cruz*, **45**, p. 373-377.

HAMEL (J. L.), 1949 a. — Notes préliminaires à une étude caryologique des Saxifragacées. III. Les chromosomes somatiques de trois représentants du genre *Escallonia* Mutis. *Bull. Mus. Paris*, 2e série, **21**, p. 749-751.

— 1952. — Les chromosomes somatiques du *Pancheria Sebertii* Guillaumin, Cunoniacée de la Nouvelle-Calédonie. *Ibid.*, **24**, p. 588-590.

— 1953. — Contribution à l'étude cyto-taxinomique des Saxifragacées. *Rev. Cyt. etBiol. végét.*, **14**, p. 113-313.

— 1955. — Matériaux pour l'étude caryo-taxinomique des Saxifragacées. II. Un *Ribes* naturellement polyploïde. *Bull. Mus. Paris*, 2e série, **27**, p. 226-231.

— 1959. — Contribution à l'étude caryo-taxinomique des Eucryphiacées. *Ibid.*, **31**, p. 526-535.

— 1961. — Les chromosomes somatiques du *Cunonia capensis* L. *Ibid.*, **33**, p. 545-546.

HOTCHKISS (A. T.), 1955. — *In* DARLINGTON (C. D.) et WYLIE (A. P.) : Chromosome Atlas of flowering plants. Allen et Unwin édit., 519 pp.


Source : MNHN, Paris

HUTCHINSON (J.), 1926. — The families of flowering plants, I, 1re édit. Mac Millan and Co. édit., 328 pp.
— 1959. — *Ibid.*, 1, 2e édit. The Clarendon Press édit., 510 pp.
JANAKI AMMAL (E. K.), 1945. — *In* DARLINGTON (C. D.) et JANAKI AMMAL (E. K.) : The Chromosome Atlas of cultivated plants. Allen et Unwin édit. 397 pp.
LAWRENCE (G. H. M.), 1955. — Taxonomy of vascular plants. The Mac Millan Cy édit., 823 pp.
MANGENOT (S.) et MANGENOT (G.), 1957. — Nombres chromosomiques nouveaux chez divers Dicotylédones et Monocotylédones d'Afrique occidentale. *Bull. Jard. Bot. État Bruxelles*, **27**, p. 639-654.
— 1958. — Deuxième liste de nombres chromosomiques nouveaux chez divers Dicotylédones et Monocotylédones d'Afrique occidentale. *Ibid.*, **28**, p. 315-329.
— 1962. — Enquête sur les nombres chromosomiques dans une collection d'espèces tropicales. *Rev. Cyt. et Biol. végét.*, **25**, p. 411-447.
PAETOW (W.), 1931. — Embryologische Untersuchungen an Taccaceeu, Meliaceen und Dilleniaceen. *Planta*, **14**, p. 262-270.
PERRIER DE LA BATHIE (H.), 1933. — Les Brexiées de Madagascar. *Bull. Soc. bot. France*, **80**, p. 198-214.
— 1942. — Au sujet des affinités des *Brexia* et des Célastracées et de deux *Brexia* nouveaux de Madagascar. *Ibid.*, **89**, p. 219-221.
PILGER (R.), 1925. — *Bixaceae*, *in* ENGLER (A.) et PRANTL (K.) : Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2e édit., **21**, p. 313-315.
PRITZEL (E.), 1930. — *Pittosporaceae*, *in* ENGLER (A.) et PRANTL (K.) : Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2e édit., **18 a**, p. 265-286.
RATTENBURY (J. A.), 1956-1957. — Chromosome numbers in New Zealand Angiosperms. *Trans. Roy. Soc. New Zealand*, **84**, p. 936-938.
SCHURHOFF (P. N.), 1928-1929. — Ueber die systematische Stellung der *Pittosporaceae*. *Beitr. Biol. Pflanzen*, **17**, p. 72-86.
SIMMONDS (N. W.), 1954. — Chromosome behaviour in some tropical plants. *Heredity*, **8**, p. 139-146.
SMITH-WHITE (S.), 1956. — *In* DARLINGTON (C. D.) et WYLIE (A. P.) : Chromosome Atlas of flowering plants. Allen et Unwin édit., 519 pp.
TIXIER (P.), 1953. — Données cytologiques sur quelques Guttiférales du Viet-Nam. *Rev. Cytol. et Biol. végét.*, **14**, p. 1-12.
TJIO (J. H.), 1948. — The somatic chromosome of some tropical plants. *Hereditas*, **34**, p. 135-146.

---

## PLANCHE VII

### Pittosporacées

*Pittosporum phillyraeoides* :

1. — Plaque équatoriale.
2. — Noyau télophasique.
3. — Noyau interphasique.
4, 5, 6. — Noyaux prophasiques à différents stades.

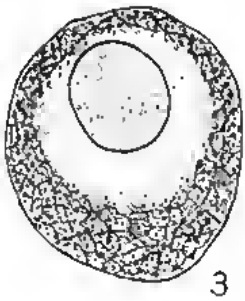
*Pittosporum heterophyllum* :

7. — Plaque équatoriale.
8. — Noyau interphasique.
9. — Noyau quiescent.
10, 11, 12. — Noyaux prophasiques à différents stades.

Source : MNHN, Paris

1

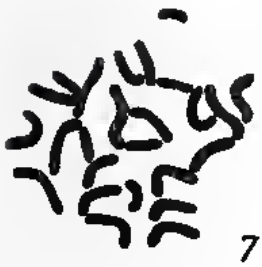
2


3

4

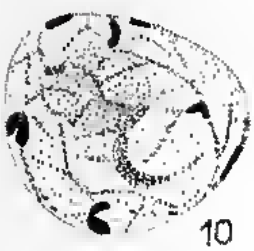
5

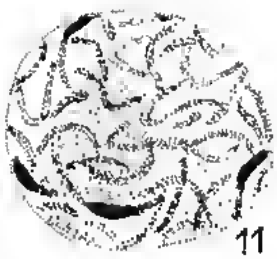
6


7

8

9


10


11

12

ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

BIBL. DU MUSÉUM D'HIST. NAT.

Source : MNHN, Paris

## PLANCHE VIII

### Pittosporacées

*Pittosporum tobira* :
13. — Plaque équatoriale.
*Pittosporum daphniphylloides* :
14. — Plaque équatoriale.
*Pittosporum crassifolium* :
15. — Plaque équatoriale.
*Pittosporum eugenioides* :
16. — Plaque équatoriale.
*Pittosporum rhombifolium* :
17. — Plaque équatoriale.
*Pittosporum undulatum* :
18. — Plaque équatoriale.
*Sollya fusiformis* :
19. — Plaque équatoriale.
*Citriobatus multiflorus* :
20. — Plaque équatoriale.
21. — Noyau interphasique.
22. 23. — Noyaux prophasiques à différents stades.

Source . MNHN, Paris

13

14

15

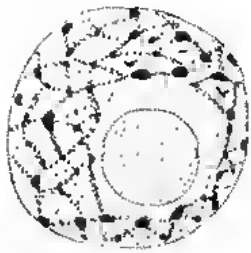
16

17

18

19

20


21

22

23

ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

BIBL. DU MUSÉUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

## PLANCHE IX

### Bixacées

*Bixa orellana* :

24. — Plaque équatoriale.
25. — Noyau télophasique.
26. — Noyau quiescent.
27. — Noyau interphasique.
26, 29. — Noyaux prophasiques à différents stades.

### Flacourtiacées

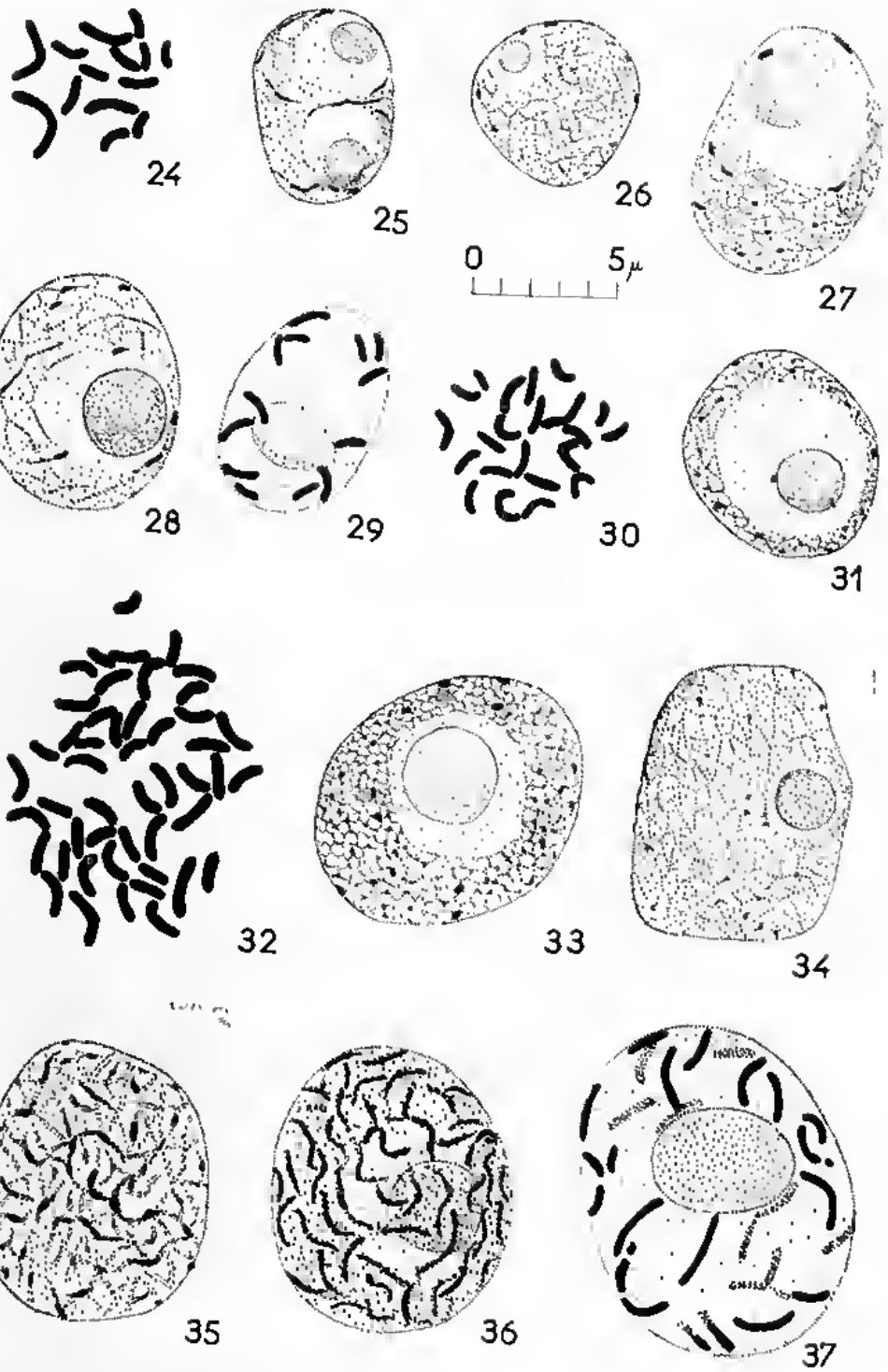
*Oncoba spinosa* :

30. — Plaque équatoriale.
31. — Noyau interphasique.

*Taraktogenos serrata* :

32. — Plaque équatoriale.
33. — Noyau interphasique.
34. — Noyau quiescent.
35, 36, 37. — Noyaux prophasiques à différents stades.

Source . MNHN, Paris




ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

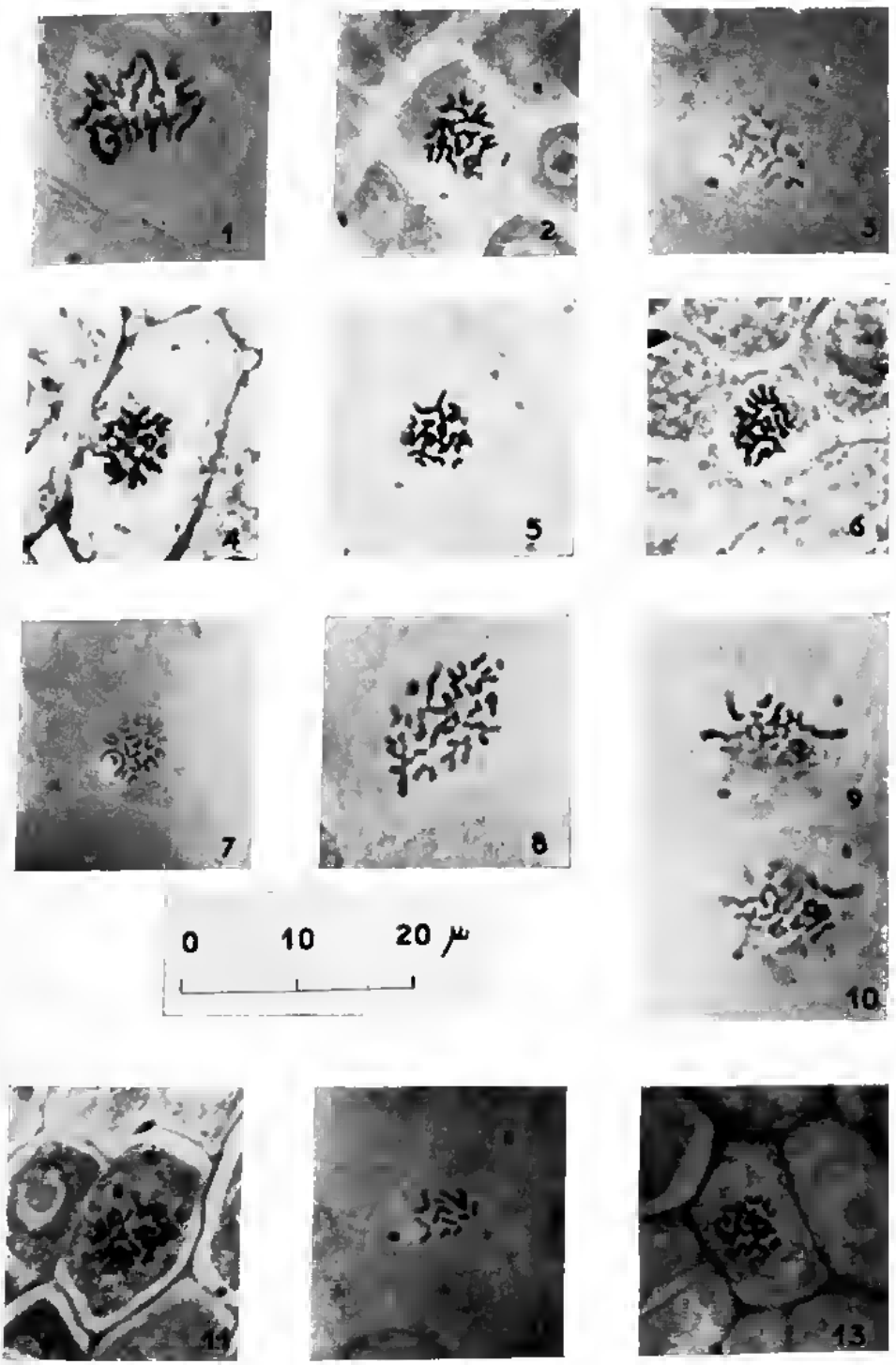
Source : MNHN, Paris

## PLANCHE X

Photographies de plaques équatoriales

1. — *Pittosporum phillyraeoides* (Feulgen).
2. — *Pittosporum heterophyllum* (hématoxyline).
3. — *Pittosporum tobira* (Feulgen).
4. — *Pittosporum daphniphylloides* (violet).
5. — *Pittosporum crassifolium* (Feulgen-violet).
6. — *Pittosporum eugenioides* (Feulgen-safranine).
7. — *Pittosporum undulatum* (Feulgen-safranine).
8. — *Citriobatus multiflorus* (Feulgen) ;
9, 10. — *Citriobatus multiflorus* (Feulgen) ; plaque équatoriale photographiée à des mises au point différentes.
11. — *Sollya fusiformis* (violet).
12. — *Bixa orellana* (Feulgen).
13. — *Oncoba spinosa* (violet).

Source . MNHN, Paris




ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

Source . MNHN, Paris

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CYTO-TAXINOMIQUE DES MYRTACÉES

(*avec les pl. XI-XV*)

par

B. MOUSSEL

La famille des Myrtacées se compose d'environ 80 genres et 3 100 espèces. Elles sont toutes ligneuses : ce sont des arbres ou des arbustes originaires des tropiques ou de l'Australie. L'Amérique tropicale ou sub-tropicale renferme plus de la moitié des espèces, tandis que l'Australie est la deuxième grande aire de répartition. Les genres à fruits charnus sont essentiellement localisés dans les régions tropicales ; ceux possédant des capsules sont presque uniquement australiens, cependant que les *Chamaelaucieae* sont confinées en Australie, particulièrement dans la moitié est de ce continent.

Il est remarquable que le genre *Eugenia* groupe à lui seul 43 % du nombre total des espèces et que le *Myrtus communis* soit la seule espèce présente en Europe méditerranéenne.

Les Myrtacées ont une importance économique assez grande. Leur intérêt est quadruple. Elles comprennent :

1° Des plantes à épices telles que l'*Eugenia caryophyllus* dont les boutons constituent les clous de Girofle, le *Pimenta officinalis* dont les fruits immatures fournissent le poivre de Jamaïque ou Quatre épices, le *Pimenta acris* dont les graines donnent le Piment couronné, etc...

2° Des plantes dont les fruits sont consommés : les Goyaviers (genre *Psidium*), les groseilles de Montagne (g. *Rhodomyrtus*), le Jabotica (g. *Myrciaria*), la cerise du Brésil ou Grumixama (*Eugenia brasiliensis*), la Jamelongue (*E. jambolana*), la Pomme-rose (*E. jambos*), la cerise carrée ou cerise de Cayenne (*E. uniflora*), etc...

3° Des plantes dont les feuilles fournissent à la fois :

— des essences : essence de Cajeput (*Melaleuca leucadendron*), Rhum de Laurier (*Pimenta acris*), le goménol (*Melaleuca viridiflora* = Niaouli) ;

— et des gommes ou plus exactement des tanno-gommes ; ex. : gommier bleu de Tasmanie (*Eucalyptus globulus*), gommier rouge, gommier citron, etc...

4° Des plantes ornementales nombreuses appartenant aux genres *Myrtus*, *Eucalyptus*, *Melaleuca*, *Callistemon*, *Tristania*, *Feijoa*, *Leptospermum*.



Source : MNHN, Paris

## HISTORIQUE

1) Historique taxinomique.

De Candolle (1828-1830) distingue un ordre des Myrtacées qu'il situe au voisinage des Rosacées, des Lythrariées, des Combrétacées, des Mélastomacées et des Onagrariées et répartit les 47 genres qu'il décrit en cinq tribus des *Chamaelaucieae*, des *Leptospermeae*, des *Myrteae*, des *Barringtonieae* et des *Lecythideae*.

En 1865, Bentham et Hooker f., dans le « *Genera Plantarum* », reprennent cette classification dans l'ensemble ; ils placent cette famille dans la cohorte des Myrtales à côté des Rhizophoracées, des Combrétacées, des Mélastomacées, des Lythrariées et des Onagrariées. Ces auteurs regroupent les tribus des *Barringtonieae* et des *Lecythideae* en une seule tribu, celle des *Lecythideae* s. l.

Toutefois, Niedenzu (1898), dans les « natürliche Pflanzenfamilien », élève cette tribu au rang de famille (1). Engler range les Myrtacées dans l'ordre des Myrtiflores qu'il subdivise en quatre sous-ordres composés de 23 familles et Niedenzu reconnaît deux sous-familles divisées en tribus et sous-tribus :

Sous-famille I : MYRTOIDEAE.

Tribu des Myrteae.

Sous-tribu des *Orthostemoninae* :

*Orthostemon* (= *Feijoa*).

Sous-tribu des *Myrtinae* :

*Rhodamnia, Ugni, Calycoptus, Myrteola, Myrtus, Psidium, Psidiopsis, Myrrhinium, Decaspermum, Rhodomyrtus, Fenzlia, Blepharocalyx, Pimenta, Mitranthes, Acranda, Campomanesia, Britoa, Paivea.*

Sous-tribu des *Myrcinae* :

*Myrceugenia, Myrcia, Marliera, Calyptranthes, Gomidesia.*

Sous-tribu des *Eugeniinae* :

*Eugenia, Calycorectes, Myrciaria, Aulacocarpus, Jambosa, Syzygium, Acicalyptus, Piliocalyx.*

Sous-famille II : LEPTOSPERMOIDEAE.

Tribu A : Leptospermeae.

Sous-tribu des *Backhousinae* :

*Osbornia, Backhousia.*

Sous-tribu des *Metrosiderinae* :

*Metrosideros, Spermolepis, Lysicarpus, Cloezia, Tepualia, Syncarpia, Xanthostemon, Pleurocalyptus, Tristania.*

(1) Nous verrons que les *Lecythidaceae* diffèrent profondément des *Myrtaceae*, du point de vue caryologique, tant par leur type nucléaire que par leurs nombres chromosomiques : Étude caryologique de deux *Lecythidaceae* (travail en cours).

Source : MNHN, Paris

Sous-tribu des *Eucalyptinae* :
*Angophora, Eucalyptus.*
Sous-tribu des *Leptospermineae* :
*Leptospermum, Agonis, Kunzea, Callistemon, Melaleuca, Lamarchea, Conothamnus.*
Sous-tribu des *Calothamninae* :
*Calothamnus, Eremaea, Phymatocarpus, Regetia, Beaufortia.*
Sous-tribu des *Baeckeinae* :
*Balaustion, Baeckea, Hypocalymma.*
Tribu B : CHAMAELAUCIEAE.
*Lhotzkya, Calycothrix, Homocalyx, Micromyrtus, Wehlia, Pileanthus, Chamaelaucium, Thryptomene, Actinodium, Darwinia, Homoranthus, Verticordia.*

R.v. WETTSTEIN (1935), BESSEY (1915) et A. B. RENDLE (1925) acceptent les vues d'ENGLER pour la plus grande part. En particulier, tout en reconnaissant les similitudes existant entre les Guttiférales et les Myrtales, ils font dériver celles-ci des Rosales. Par contre, H. HALLIER (1912) et surtout HUTCHINSON (1926) réduisent les Myrtiflores en incorporant dans d'autres ordres certaines des familles groupées par ENGLER. Pour sa part, HUTCHINSON distribue ces 23 familles dans cinq ordres et compose celui des Myrtales de sept familles : les Myrtacées, les Lécythidacées, les Rhizophoracées, les Sonnériatacées, les Punicacées, les Combrétacées et les Mélastomacées. Il place les Myrtales au voisinage des Guttiférales, estimant que ces deux ordres proviennent d'une même souche ancestrale.

Quelle que soit la composition que l'on adopte pour l'ordre des Myrtales, la famille des Myrtacées se singularise nettement par la présence de feuilles généralement opposées et perforées de glandes, le grand nombre d'étamines dont le filet présente souvent également des glandes, l'ovaire infère à placentation axile. Les autres familles de cet ordre diffèrent par l'un ou plusieurs de ces caractères. En particulier, la petite famille des Lécythidacées, longtemps considérée comme une tribu des Myrtacées, a dû en être séparée en raison de l'absence de glandes dans les feuilles qui, d'ailleurs, sont alternes.

Enfin, E. C. ANDREWS (1913) établit ainsi la phylogénie de la famille : « it would appear that the *Myrteae* are much the oldest branch of the family, that *Euleptospermeae* and *Metrosidereae* are of great age, the Angophora and Eucalypts being much younger than these, while the *Chamaelaucieae* and *Beaufortieae* are still more recent modifications of types, probably such as *Leptospermum*, *Kunzea* and *Baeckea* on the one hand, and of *Melaleuca* on the other. »

2) HISTORIQUE CARYOLOGIQUE.

De nombreux dénombrements chromosomiques — ils intéressent près de 200 espèces — ont été effectués à ce jour. Parmi les nombreux travaux qui s'y rapportent, il faut citer en premier lieu ceux de Mc AULAY et CRUICKSHANK qui, en 1936 avec BRETT, puis en 1937, ont été les premiers à étudier le genre *Eucalyptus*. En 1917, ARCHISON étudie de nombreuses espèces

Source : MNHN, Paris

d'*Eucalyptus* et de *Psidium* et note la remarquable stabilité du nombre diploïde de chromosomes $2n = 22$. Enfin SMITH-WHITE, de 1912 à 1954, effectue une recherche plus systématique chez les trois tribus. Il montre alors que si les *Leptospermeae* et les *Myrteae* possèdent très régulièrement un nombre haploïde de chromosomes égal à 11 — avec un faible pourcentage de polyploïdes à 22 ou 44 chromosomes et quelques cas d'aneuploïdie où $n = 12$ —, les *Chamaelaucieae* ont des formules beaucoup plus variées puisqu'il trouve successivement $n = 6, 7, 8, 9, 11, 16, 18$ et 22. De ces chiffres et de l'observation de recombinaisons secondaires lors de la métaphase hétérotypique, il déduit un nombre de base $x = 6$. Par ailleurs, il trouve dans ces faits une confirmation des théories d'ANDREWS sur l'évolution des Myrtacées : le génome 11 serait primitif dans la famille, bien que dérivant d'un nombre antérieur plus faible, et les nombres 6, 7, 8 et 9 seraient obtenus par réduction ; les *Chamaelaucieae* représenteraient alors un groupe de genres morphologiquement et cytologiquement spécialisés et dériveraient des deux autres tribus.

Si les dénombrements chromosomiques sont nombreux, par contre les observations du noyau au repos et des différentes phases de la mitose sont extrêmement rares. A notre connaissance, seuls GOSSELIN (1947-1948) et C. DELAY (1946-1948) s'y sont intéressés. La seconde, étudiant le *Myrtus communis*, l'*Eugenia pardensis*, le *Callistemon linearifolius* et un *Eucalyptus* leur reconnaît un noyau du type aréticulé avec quelques euchromocentres punctiformes. GOSSELIN, pour sa part, décrit un noyau à prochromosomes chez le *Callistemon salignus* (avec un réseau « simplement chromatique »), chez le *Melaleuca elliptica* (avec un réseau à larges mailles) et chez le *Myrtus communis* (avec un réseau à mailles fines).

Il faut noter, d'ailleurs, que la majeure partie des travaux effectués chez les Myrtacées l'ont été au cours de la méiose chez les cellules-mères des grains de pollen ; les auteurs trouvent, en effet, comme l'a souligné SMITH-WHITE, que l'examen des mitoses somatiques dans les racines, les bourgeons et les jeunes tissus des anthères offre des difficultés en raison de la petite taille du noyau somatique et du tassement des chromosomes.

Mc AULAY et CRUICKSHANK, les premiers, ont présenté rapidement en 1937 le cycle de la méiose chez les *Eucalyptus*, puis SMITH-WHITE (1942) étend cette observation à l'ensemble de la tribu des *Leptospermeae*, mais l'une et l'autre de ces descriptions sont incomplètes. En effet, ces auteurs ne donnent aucune précision sur le déroulement de la prophase hétérotypique, se contentant de noter au passage qu'elle doit être normale.

Cet historique nous traçait ainsi notre plan de travail : chercher à confirmer ou à infirmer la constance du nombre chromosomique chez quelques nouvelles espèces de *Leptospermeae* et de *Myrteae*, mener parallèlement une étude de la structure nucléaire et de la mitose et en tirer, éventuellement des conclusions d'ordre taxinomique. Comparer, enfin, le cycle de la méiose chez les *Myrteae* avec les faits observés chez les *Leptospermeae*.

Source : MNHN, Paris

## MATÉRIEL ET TECHNIQUES

Nous avons utilisé pour notre travail des espèces cultivées dans les serres du Muséum sur lesquelles nous avons prélevé essentiellement des méristèmes radiculaires et, dans quelques cas, des jeunes boutons floraux.

Les méristèmes radiculaires ont été fixés soit au liquide de NAWASHIN modifié par KARPECHENKO, soit au liquide de HELLY, soit encore avec un mélange d'alcool acétique. Pour les dénombrements chromosomiques, nous avons utilisé surtout l'alcool acétique, car ce fixateur a l'avantage de dissoudre les substances résineuses très abondantes chez les plantes de cette famille et de rendre ainsi plus lisibles les plaques somatiques. Afin de mieux éliminer ces substances, le fixateur a été chaque fois renouvelé après environ une demi-heure de fixation. Pour l'étude du noyau au repos et de la mitose, nous lui avons préféré le liquide de HELLY car celui-ci respecte mieux les structures. Toutefois, nous avons pu vérifier par des fixations comparées que l'alcool acétique, s'il perturbe notablement les structures des noyaux au repos ne modifie pas sensiblement la forme et la taille des chromosomes.

Les boutons floraux ont été également fixés au liquide de HELLY.

Les espèces suivantes ont été étudiées :

I. — Tribu des LEPTOSPERMEAE :

1. Sous-tribu des *Metrosiderinae* :

| | |
|---|---|
| *Metrosideros diffusa* Sm. | Nouvelle-Zélande |
| *Metrosideros tomentosa* A. Rich. | Nouvelle-Zélande |

2. Sous-tribu des *Eucalyptinae* :

| | |
|---|---|
| *Angophora subvelutina* F. Muell. | Australie |
| *Eucalyptus melliodora* Schau. | Australie |

3. Sous-tribu des *Leptosperminae* :

| | |
|---|---|
| *Callistemon salignus* Sweet. var. *viridiflorus* | Australie |
| *Kunzea pedunculatis* F. Muell. | Australie |
| *Melaleuca armillaris* Sm. | Australie |
| *Melaleuca genistifolia* Sm. | Australie |
| *Melaleuca microphylla* Sm. | Australie |

4. Sous-tribu des *Baeckeinae* :

| | |
|---|---|
| *Baeckea virgata* Andr. | Nouvelle-Calédonie |

II. — Tribu des MYRTEAE :

1. Sous-tribu des *Eugeniinae* :

| | |
|---|---|
| *Eugenia baruensis* Jacq. | St-Domingue |
| *Eugenia costata* Cambess. | Brésil |
| *Eugenia guabiju* Berg. | Argentine |

2. Sous-tribu des *Myrtinae* :

| | |
|---|---|
| *Myrrhinium sarcopetalum* Lem. | Brésil |
| *Myrtus communis* L. | Europe méridionale |
| *Pimenta officinalis* Lindl. | Amérique centrale-Antilles |

Source : MNHN, Paris

| | |
|---|---|
| *Pimenta racemosa* Mill. | Indes |
| *Psidium cerasoides* Cambess. | Brésil |
| *Psidium montanum* Sw. | Jamaïque |

Après déshydratation et inclusion dans la paraffine, les racines et les boutons floraux ont été coupés à 6 μ. Les coupes ont été colorées selon la technique de Feulgen. Pour l'étude de la structure nucléaire et de la mitose, une double coloration Feulgen-vert lumière, nous a permis de suivre parallèlement le cycle de la mitose et l'évolution nucléolaire.

## RÉSULTATS PERSONNELS

### I. — DÉNOMBREMENTS CHROMOSOMIQUES

Ils ont été effectués sur des plaques métaphasiques somatiques. L'idiogramme des différentes espèces est difficile à établir en raison de la petite taille des chromosomes et de leur ressemblance morphologique. Toutefois, il est possible d'identifier, chez chacune des espèces, quelques couples de chromosomes d'après leur longueur ou leur forme. Nous n'avons pu compter les bivalents à la métaphase I dans les cellules-mères du pollen que chez l'*Eugenia costata*, cette espèce étant la seule à nous avoir fourni des images de la méiose.

Nous suivrons, pour cette description, la classification de NIEDENZU.

#### A. Tribu des MYRTEAE

##### 1. *Sous-tribu des MYRTINAE*

**Myrtus communis** (fig. 1).

R. GRECO (1929), ROY et JHA (1962) ont compté 11 bivalents chez cette espèce à la métaphase I dans les cellules-mères du pollen. Sur des plaques somatiques, nous avons dénombré 22 chromosomes. Ces plaques sont généralement rondes et ont environ 6 μ de diamétre. Les chromosomes ont une épaisseur moyenne de 0,3 μ (2). On peut en distinguer deux ayant environ 1,5 μ de longueur ; ils sont nettement hétérobrachiaux, un bras étant deux fois plus long que l'autre. Dix chromosomes mesurent 1 μ : deux ont une forme en *V*, huit sont en bâtonnets plus ou moins légèrement incurvés. Les dix derniers, un peu plus courts, atteignent environ 0,8 μ ; quatre sont droits, six légérement arqués.

**Myrrhinium sarcopetalum** (fig. 2).

Les 22 chromosomes dessinent une plaque métaphasique d'environ 5 μ de diamétre. Ils ont tous une épaisseur voisine de 0,3 μ. Deux ont la forme d'un bâtonnet faiblement incurvé de 1,5 μ de long. Six mesurent 1 μ ; deux

(2) Ces épaisseurs, ainsi d'ailleurs que les longueurs, ne sont données qu'à titre indicatif. Elles ont seulement pour but de pouvoir comparer les chromosomes des différentes espèces. En effet il est très difficile de les mesurer d'une manière précise.

Source : MNHN, Paris

sont en crochet, deux en V ouvert et deux en bâtonnet. Douze ont 0,8 $\mu$ de long : deux sont en V fermé, les autres sont plus ou moins rectilignes. Enfin les deux derniers chromosomes sont des bâtonnets courts ne dépassant pas 0,5 $\mu$.

**Pimenta officinalis** (fig. 3).

Nous avons compté $2n = 22$ sur des plaques somatiques d'environ 5 $\mu$ de diamètre. D'après leur longueur, on peut classer les chromosomes de la façon suivante :

— deux chromosomes hétérobrachiaux mesurent 1,5 $\mu$ ;

— huit chromosomes atteignent 1 $\mu$ : quatre sont hétérobrachiaux, les quatre autres sont droits et isobrachiaux ;

— douze chromosomes ne dépassent pas 0,8 $\mu$ : ce sont des bâtonnets droits ou légèrement arqués. Tous ces chromosomes ont 0,3 $\mu$ d'épaisseur.

**Pimenta racemosa** (fig. 4).

Nous avons trouvé 22 chromosomes épais de 0,3 $\mu$ chez cette espèce. Quatre d'entre eux, les plus longs, atteignent 1,5 $\mu$ : deux sont nettement hétérobrachiaux en forme de J, les deux autres sont en V et isobrachiaux. Six chromosomes mesurent 1 $\mu$ : deux d'entre eux présentent un étranglement marqué dans la région centromérique, les quatre autres sont en forme de bâtonnets droits ou légèrement incurvés. Les 12 derniers chromosomes, ayant 0,8 $\mu$, sont en forme de haricots.

**Psidium cerasoides** (fig. 5).

Chez cette espèce, nous avons compté 88 chromosomes sur des plaques métaphasiques de l'écorce externe. Ces plaques sont généralement allongées, comme les cellules qui les renferment, selon le diamètre de la racine, dessinant un rectangle d'environ 12 $\times$ 6 $\mu$. Les chromosomes, dont l'épaisseur ne ne dépasse pas 0,3 $\mu$, sont très serrés les uns contre les autres, ce qui rend difficile leur dénombrement. Quelques plaques mieux étalées (fig. 5) nous ont permis de répartir ces chromosomes en cinq groupes :

— deux mesurent 1,5 $\mu$ et dessinent un U ;

— deux sont un peu plus courts, 1,2 $\mu$, et ont la forme de bâtonnets ;

— huit ont 1 $\mu$ de longueur ;

— soixante-six ne dépassent pas 0,8 $\mu$ ;

— dix sont courts : ce sont des granules de 0,5 $\mu$ de long.

Cette espèce, très voisine morphologiquement du *Psidium cattleianum* Sabine dont elle n'est sans doute qu'une variété, est probablement comme elle un octoploïde.

**Psidium montanum** (fig. 6).

Les plaques somatiques nous ont permis de dénombrer 33 chromosomes. Il s'agirait d'un triploïde. Nous avons pu, en effet, identifier trois chromosomes isobrachiaux mesurant 1,2 $\mu$ et trois courts, de 0,5 $\mu$, tandis que les vingt-sept autres ne dépassent pas 0,8 $\mu$. Tous ont une épaisseur de l'ordre de 0,3 $\mu$.

Nous n'avons malheureusement pas pu étudier la méiose chez cette



Source : MNHN, Paris

espèce ce qui apporterait peut-être une confirmation à cette hypothèse. Il convient de remarquer que L. S. S. KUMAR et S. G. RANADE (1952) ont également signalé la présence d'un triploïde chez une espèce voisine, le *Psidium guajava*.

### 2. *Sous-tribu des EUGENIINAE*

**Eugenia barnensis** (fig. 7).

Les plaques métaphasiques de cette espèce sont petites comme les chromosomes qui les constituent. De forme ronde ou ovale, elles ont environ 5 μ de diamètre. Deux chromosomes droits atteignent 1 μ de long. Dix-huit, un peu plus courts, mesurent 0,8 μ et dépassent 0,3 μ d'épaisseur comme les précédents. Les deux derniers n'ont que 0,5 μ de long et ont un diamètre légèrement inférieur à 0,3 μ. Tous ces chromosomes ont l'aspect de bâtonnets parfois faiblement incurvés.

**Eugenia costata** (fig. 8 et 9).

Nous avons compté 11 bivalents chez cette espèce, sur des plaques de métaphase I dans les cellules-mères du pollen. Ils sont toujours très serrés les uns contre les autres ce qui rend difficile leur dénombrement. De plus, il est rare que tous se trouvent dans un même plan.

Ils ont tous la forme de petites boules et leurs dimensions sont également voisines (0,8 μ), ce qui rend délicat leur comparaison avec les chromosomes somatiques. Parmi ceux-ci, deux ont une taille légèrement supérieure à celle des autres : ils mesurent environ 1,5 μ. Quatre ont 1 μ de longueur, quatorze ne dépassent pas 0,8 μ et les deux derniers n'ont que 0,5 μ. Tous ces chromosomes ont une épaisseur de 0,3 μ et la forme de petits bâtons.

**Eugenia guabiju** (fig. 10).

Cette espèce, probablement aneuploïde, possède 24 chromosomes épais de 0,3 μ. On peut en distinguer six qui atteignent 1 μ de longueur : deux sont légèrement hétérobrachiaux, les quatre autres sont isobrachiaux. Quatorze mesurent 0,8 μ : deux d'entre eux ont la forme d'un haricot, les autres sont des bâtonnets. Quatre ne dépassent pas 0,5 μ.

## B. Tribu des LEPTOSPERMEAE

### 1. *Sous-tribu des LEPTOSPERMINAE*

**Callistemon salignus** var. **viridiflorus** (fig. 15).

Les 22 chromosomes de cette espèce ont une épaisseur de 0,3 μ et peuvent être répartis dans les quatre groupes suivants :

— quatre chromosomes mesurent 1,1 μ : deux sont légèrement hétérobrachiaux, deux sont en V ;

— quatre chromosomes ont 1 μ de longueur : deux dessinent un J, les deux autres sont en bâtonnets ;

— douze chromosomes un peu plus courts (0,8 μ) en forme de petits bâtons plus ou moins arqués ;

— deux chromosomes ne dépassant pas 0,4 μ,

Source : MNHN, Paris

**Kunzea peduncularis** (fig. 16).

Nous avons compté 44 chromosomes sur les plaques somatiques. Leur épaisseur est de 0,3 μ. On peut les grouper de la façon suivante :

— deux chromosomes atteignent 1,5 μ de long ; en forme de J, ils présentent deux constrictions subterminales ;

— six chromosomes de 1,2 μ : quatre, en forme de haricot, montrent un léger étranglement médian de la région centromérique ; deux sont en bâtonnets et possèdent également une constriction centromérique mais celle-ci délimite deux bras inégaux ;

— six chromosomes de 1 μ en bâtonnet légèremeut arqué ;

— vingt-deux chromosomes de 0,8 μ ont l'aspect de petits bâtons parfois incurvés ;

— quatre chromosomes, courts, de 0,6 μ sont droits ;

— quatre chromosomes ovoïdes de 0,4 μ : deux d'entre eux portent un satellite punctiforme.

**Melaleuca armillaris** (fig. 17).

Smith-White (1948) a dénombré 11 bivalents chez cette espéce. Les plaques somatiques présentent 22 chromosomes de 0,3 μ d'épaisseur. Six d'entre eux ont 1,5 μ de longueur : deux ont la forme d'un J, deux sont en bâtonnets incurvés et deux sont en V. Deux chromosomes de 1 μ dessinent un U. Dix chromosomes droits mesurent 0,8 μ. Quatre chromosomes ne dépassent pas 0,6 μ.

**Melaleuca genistifolia** (fig. 18).

Cette espèce posséde également 22 chromosomes épais de 0,3 μ. Ils ont presque tous la même taille : quatre atteignent 1 μ dont deux sont en forme de J et hétérobrachiaux. Les 18 autres ne dépassent pas 0,8 μ : ce sont des bâtonnets parfois légérement arqués.

**Melaleuca microphylla** (fig. 19).

Cette espéce peut difficilement être différenciée de la précédente d'après l'aspect de ses 22 chromosomes qui présentent les mêmes caractéristiques : leur longueur varie entre 0,8 μ et 1 μ mais ils sont tous isobrachiaux.

## 2. *Sous-tribu des EUCALYPTINAE*

**Angophora subvelutina** (fig. 13).

Nous avons compté 22 chromosomes de 0,4 μ d'épaisseur. On peut les répartir dans les groupes suivants :

— deux chromosomes « longs » mesurent 2 μ et sont en forme de J ;

— dix chromosomes atteignent 1,5 μ : quatre sont hétérobrachiaux, l'un des bras étant deux fois plus long que l'autre ; deux sont des bâtonnets incurvés ; quatre sont en V ;

— six chromosomes ont 1 μ ; ce sont de petits bâtons ;

— quatre chromosomes ne dépassent pas 0,8 μ : deux sont en V, deux sont droits.

Source : MNHN, Paris

**Eucalyptus melliodora** (fig. 11).

Les 22 chromosomes de cette espèce sont également épais de 0,4 μ. Ce sont les plus longs que nous ayons pu observer puisque :

— quatre chromosomes atteignent 2,4 μ : deux sont isobrachiaux et deux en crochet ;

— deux chromosomes ont 1,8 μ de longueur ; ils ont également la forme de petits crochets ;

— douze chromosomes mesurent 1,5 μ : quatre sont des bâtonnets incurvés, huit sont en J ;

— quatre chromosomes longs de 1 μ : deux sont en forme de petits bâtons arqués et deux sont hétérobrachiaux.

### 3. *Sous-tribu des METROSIDERINAE*

**Metrosideros diffusa** (fig. 11).

Nous avons dénombré 22 chromosomes courts de 0,3 μ d'épaisseur chez cette espèce. Six mesurent 1 μ, dont deux hétérobrachiaux, possèdent un bras en forme de petite boule. Huit chromosomes ont 0,8 μ de longueur et huit ne dépassent pas 0,5 μ.

**Metrosideros tomentosa** (fig. 12).

Les 22 chromosomes de cette espèce ne diffèrent que très peu de ceux de l'espèce précédente : deux atteignent 1,2 μ et sont hétérobrachiaux. Deux ne dépassent pas 0,5 μ de longueur. Les dix-huit autres mesurent 0,8 μ ; ce sont des bâtonnets plus ou moins arqués. Tous ces chromosomes ont 0,3 μ d'épaisseur.

### 4. *Sous-tribu des BAECKEINAE*

**Baeckea virgata** (fig. 20).

Nous avons compté 44 chromosomes épais de 0,3 μ chez cette espèce. Ils sont tous de petite taille puisque deux seulement atteignent 1 μ. Quarante ont la forme de petits haricots de 0,8 μ de longueur ; les deux derniers ne dépassent pas 0,5 μ.

## II. — LA MITOSE SOMATIQUE

Elle présente, chez les différentes espèces étudiées, une homogénéité comparable à celle déjà rencontrée au cours de la métaphase. Nous nous contenterons, pour cette raison, d'en donner les principales caractéristiques, valables pour toutes les espèces, nous réservant de mentionner ensuite les particularités rencontrées chez le *Kunzea peduncularis*.

Nous suivrons la classification mitotique de Hamel (1953) distinguant les stades nucléaires caractérisés par la présence d'une membrane et d'un ou plusieurs nucléoles et les phases chromosomiques, métaphase et anaphase, pendant lesquelles ces structures manquent.

Source : MNHN, Paris

### A. Phases chromosomiques

1. *Métaphase.*

Les chromosomes sont en général régulièrement disposés dans le plan équatorial et dessinent ainsi une bande étroite en vue latérale. Ils semblent toujours disposer d'une surface suffisante, même dans les petites cellules du cylindre central, car la ligne qu'ils forment ainsi est droite.

2. *Anaphase.*

Les chromosomes se disjoignent pour rejoindre les deux pôles. Au cours de cette ascension, ils restent très étroitement accolés ; on ne peut pas les distinguer les uns des autres si bien qu'ils apparaissent simplement comme deux bandes parallèles, vus de profil. Au cours de cette phase, ils doivent subir un début de contraction car ils sont plus courts qu'en métaphase.

### B. Stades nucléaires

1. *Télophase.*

Après le dépôt d'une membrane nucléaire, très rapidement réapparaissent deux et parfois trois nucléoles. Toutefois, ceux-ci se fusionnent presque aussitôt. Parallèlement, les chromosomes se contractent et il ne subsiste bientôt que des chromocentres collés les uns contre les autres. La structure du noyau est alors très difficile à discerner. Les deux noyaux-fils ont encore une forme très aplatie mais ils vont peu à peu s'arrondir.

2. *Interphase.*

Sur une coupe longitudinale de pointe radiculaire, on peut distinguer :

a) La coiffe fortement colorée en brun par d'abondants précipités de tanins ;

b) Une zone de transition formée de cellules assez grandes et dont les noyaux sont relativement petits ;

c) La zone méristématique comprenant :

— au centre le méristème vasculaire constituant une zone dont le diamètre correspond à une quinzaine de cellules. Ces cellules sont très allongées et étroites ; celà impose à leurs noyaux une forme aplatie ;

— à la périphérie le méristème cortical composé de cellules dont la section est plus carrée ; leurs noyaux sont arrondis.

Cette différence de morphologie explique qu'il soit très difficile de définir la taille et la forme du noyau interphasique. Par contre sa structure est la même quelle que soit la région considérée : il appartient toujours au type aréticulé euchromocentrique. Le suc nucléaire, coloré en rose après mise en œuvre de la réaction de Feulgen, contient des chromocentres aux contours nets, arrondis ou ovales. Ils sont situés sur le pourtour du noyau, contre la membrane, à l'exception d'un ou de deux placés au contact du nucléole. Leur taille varie mais elle ne dépasse pas 0,3 μ de diamétre. Leur nombre, également variable, est toujours inférieur à celui des chromosomes métaphasiques mais il est probablement voisin de celui-ci car il est peu aisé de les suivre dans les plans successifs du noyau. D'autre part, la plupart de ces noyaux ont sans doute été sectionnés lors de la coupe, le nombre des

Source : MNHN, Paris

chromocentres s'en trouvant diminué. Celui des nucléoles peut varier dans la même racine : il peut aller de 1 á 3 comme chez le *Psidium cerasoides*. Les nucléoles sont généralement ronds et leur structure n'est pas homogène car le centre apparaît généralement plus clair.

Les noyaux quiescents, tels qu'on peut les observer dans les parties externes de l'écorce ou dans la coiffe (celle-ci présente souvent dans la région axiale une zone en forme de cône dans laquelle les cellules sont dépourvues de tanins), sont plus petits que les noyaux interphasiques ; leurs nucléoles ont également une taille inférieure. Ils ont une chromaticité plus faible que celle des noyaux interphasiques. Nous n'avons jamais pu observer une fusion des chromocentres telle que celle qui est généralement décrite chez les espèces possédant un noyau du type aréticulé euchromocentrique. Au contraire, le diamètre des chromocentres tend á diminuer et le fond nucléaire pâlit.

3. *Prophase.*

Cette phase est la plus longue de la mitose. Elle conduira á l'élaboration des chromosomes métaphasiques á la suite d'une lente évolution.

Après un gonflement important du noyau interphasique, on assiste à une augmentation de taille des chromocentres. Ceux-ci s'étirent alors, prenant un aspect en « comète » : leur contour devient plus flou et ils se prolongent par un court filament faiblement chromatique. Les filaments qui prennent ainsi naissance sont d'abord localisés au contact de la membrane puis ils plongent dans la cavité nucléaire et semblent souvent comme attirés par le nucléole. Parallèlement á cet allongement, on constate que peu á peu la teinte rose de l'enchylème s'atténue et finalement les filaments chromosomiques baignent dans un suc nucléaire incolore. A ce stade, ils sont très allongés leur longueur étant supérieure á celle des chromosomes métaphasiques, parfois le double. Il est d'ailleurs souvent difficile de suivre leur parcours mais leur nombre, qui est supérieur à celui des chromosomes, montre qu'ils ont été coupés.

Lorsque cet étirement est achevé, la membrane disparaît brutalement mais le nucléole persiste un moment. Les filaments chromosomiques subissent alors une contraction très poussée puisqu'ils reprennent souvent un aspect voisin de celui des chromocentres. Ils sont alors comme agglutinés autour du nucléole. Après la disparition de celui-ci et une légére décontraction des chromosomes, ceux-ci se placent dans le plan équatorial, dessinant la plaque métaphasique.

La mitose du *Kunzea peduncularis*.

Elle présente deux particularités :

1) C'est au cours de la prémétaphase qu'on peut distinguer pour la première fois les deux satellites qui sont localisés sur le nucléole. Il ne nous a malheureusement pas été possible d'étudier leur position au moment de la réapparition des nucléoles á la télophase car le noyau est alors très petit et sa structure difficile à discerner. Il semble toutefois exister un rapport entre le nucléole et les satellites.

2) Au cours de la prémétaphase, le nucléole tend á s'allonger et, à la

Source : MNHN, Paris

métaphase, il se place parfois dans le plan équatorial pour s'étirer perpendiculairement en forme d'haltère au début de l'anaphase. Après rupture du pont médian, les deux nucléoles-fils se rendent aux pôles où ils précèdent les chromosomes. Toutefois, s'il persiste toujours à la métaphase, il semble que le plus souvent il ne se divise pas mais gagne l'un des pôles car on n'en observe généralement qu'un. Cela expliquerait pourquoi on assiste aussi rarement à l'étirement dans le plan équatorial. Le (ou les) nucléole ne disparaît qu'à la fin de l'anaphase ou au début de la télophase et cette élimination est progressive.

FIGURES ANORMALES DE LA MITOSE.

Elles concernent essentiellement l'anaphase et sont de deux types. On observe parfois un ou plusieurs chromosomes retardataires. Dans d'autres cas, au contraire, certains chromosomes gagnent les pôles avant les autres. Nous discuterons plus loin de la signification que l'on peut attribuer à ces faits.

## III. — LA MÉIOSE CHEZ L'*EUGENIA COSTATA*

Les fleurs de l'*Eugenia costata* sont de petite taille ; au moment où se déroule la méiose dans les étamines, les boutons floraux mesurent environ 3 à 4 mm. La phase mitotique de leur croissance est d'ailleurs pratiquement terminée car dès le début de la division hétérotypique on constate que cessent totalement les mitoses très abondantes jusqu'alors, en particulier dans les pièces du périanthe.

Ces fleurs sont solitaires, régulières, bisexuées ; elles comprennent :

— Calice : 4 sépales distincts, égaux, pointus, possédant des glandes.

— Corolle : 4 pétales un peu plus longs que les sépales, formant couvercle dans le bouton ; ils sont ovales, arrondis à l'extrémité.

— Androcée ; nombreuses étamines libres, aussi longues que les sépales ; anthères arrondies.

— Gynécée : ovaire infère ; 1 carpelle à 2 loges ; placentation axile ; plusieurs ovules par loge ; style de longueur égale à celle des étamines ; stigmate arrondi au sommet.

On peut parfois suivre tout le déroulement de la méiose dans une même fleur. Toutefois, la fréquence des images met en valeur l'importance relative de certaines phases. En particulier, le classique synizésis semble très long et toutes les étamines d'une fleur peuvent ne présenter que ce stade.

La méiose commence dans les étamines les plus proches de l'apex de la fleur et s'étend ensuite plus ou moins rapidement vers celles qui sont situées au voisinage du pédoncule. On peut observer une évolution du même type quoique moins marquée de l'intérieur vers l'extérieur de la fleur.

Dans une étamine, les quatre loges de l'anthère évoluent d'une manière indépendante : les cellules-mères qu'elles contiennent sont généralement à des stades différents ; ce qui semble important, c'est leur position relative dans la fleur.

Source : MNHN, Paris

Une loge peut d'ailleurs montrer plusieurs périodes successives de la méiose. Par exemple, on peut assister à toute l'évolution allant du relèvement du peloton synizésique jusqu'à la formation des géminis diacinétiques.

Comme le précisait EICHHORN dans son étude sur la caryologie du genre *Linaria* (1958) « la méiose paraît bien se dérouler sans interruption de son déclenchement á son terme ». De fait, on peut suivre la transition qui existe entre les différentes phases. On ne peut donc donner une description « statique » de la méiose ; nous essaierons, dans cette étude, de serrer au plus près son dynamisme.

### A. Le déroulement de la méiose

Après la dernière division préméiotique, le massif de cellules-méres est enfermé dans une double enveloppe :

— externe, comprenant l'épiderme, une assise sous-épidermique et deux assises transitoires ;

— interne : l'assise tapétale.

Ces cellules-mères se distinguent des cellules voisines par leur taille supérieure et la régularité du massif qu'elles dessinent. De forme polygonale, elles sont encore parfaitement jointives. Leur noyau, également très volumineux, présente la même structure aréticulée á enchromocentres que ceux des cellules somatiques. Les chromocentres, de forme arrondie et petits, sont disposés contre la membrane nucléaire sauf deux d'entre eux qui sont toujours au voisinage du nucléole. Celui-ci, de taille moyenne, a une position variable. Il est toujours unique.

La prophase hétérotypique débute par un grossissement important des cellules-mères et de leur noyau. Ce gonflement est sans doute á l'origine du décollement de ces cellules qui tendent á devenir plus ou moins sphériques. Il est peut-être aussi provoqué par une gélification de la lamelle moyenne des membranes. En même temps, les chromocentres prennent un aspect en « comète » du type de celui déjà décrit lors de la prophase mitotique mais les filaments qui prennent ainsi naissance sont beaucoup plus grêles et plus longs ici. Ils plongent dans la cavité nucléaire et s'enchevêtrent si étroitement qu'il devient très rapidement impossible de les suivre dans toute leur longueur. Ils sont alors trés décolorés. Peu á peu, les chromocentres perdent de leur chromaticité mais certains vont persister assez longtemps.

Aprés s'être ainsi répartis dans la totalité de la masse nucléaire, les filaments chromosomiques gagnent un pôle du noyau. Ce mouvement est très progressif ; on peut ainsi suivre toutes les étapes de cette contraction. Finalement, ils sont tassés les uns contre les autres et la structure du peloton qu'ils forment devient complètement illisible. Le nucléole est souvent enfermé dans cette masse mais il est parfois seulement accolé á sa surface. La fréquence des images de ce stade indique qu'une lente évolution doit s'effectuer alors. De fait, les chromocentres persistants sont lentement « digérés » ; c'est-á-dire que la déspiralisation des portions de chromosomes correspondant aux chromocentres doit se poursuivre ici.

Source : MNHN, Paris

Puis peu á peu les filaments ainsi déroulés vont émerger. C'est au cours de cette ascension qu'ils s'apparient. En effet on ne discerne plus alors qu'un seul chromocentre paranucléolaire de grande taille. On peut d'ailleurs parfois voir qu'en fait il est formé de la réunion des deux chromocentres existant dans le noyau des cellules-mères. D'autre part, on peut observer dans certains cas deux filaments qui commencent á s'unir au niveau d'un gros chromocentre. Le plus souvent l'accolement doit être très étroit car il est impossible de distinguer la nature double des cordons qu'ils forment. Tout au plus peut-on voir que ces derniers ont une épaisseur supérieure sans qu'on puisse d'ailleurs la mesurer.

Bientôt ils occupent á nouveau la totalité de la cavité nucléaire. Une deuxième contraction va alors se produire. Elle doit être trés brève car nous n'avons que rarement pu l'observer. Cette rapidité expliquerait pourquoi si peu d'auteurs l'ont décrite. L'aspect du peloton qui se forme alors est très différent de celui qu'on a noté lors de la premiére contraction : les cordons constituent un réseau bien plus lâche et ils sont bien plus épais et colorés ; leur contour, toutefois, est moins net ; ils ont une apparence plus ou moins granuleuse sans que l'on puisse cependant mettre en évidence une nouvelle formation de chromocentres comme on l'a parfois décrit chez d'autres espéces. Au cours du relévement, les couples de filaments se dégagent peu á peu de cette masse pour gagner la surface du noyau. Ils dessinent ainsi trés souvent une sorte d'étoile. Les chromosomes sont plus ou moins enroulés l'un autour de l'autre, formant des boucles parfois très larges mais souvent aussi beaucoup plus serrées. Le nombre de ces chiasmas est toujours compris entre un et trois. Il est rare que les deux chromosomes restent paralléles entre eux sans qu'aucune liaison ne les unisse.

Toute la fin de la prophase hétérotypique se résumera en une respiralisation progressive des chromosomes provoquant leur raccourcissement de plus en plus marqué et en une terminalisation des chiasmas. Cette évolution est d'ailleurs trés lente. Au début du relévement, les couples de chromosomes étaient encore trés longs, ce qui ne permettait pas de suivre leur trajet et de les individualiser, mais peu á peu ils deviennent distincts. Les prégéminis qu'ils vont finalement former sont parfois complétement séparés, se faisant face par leur plus grande longueur, mais le plus souvent ils sont encore unis par un prolongement faiblement chromatique soit par leurs deux extrémités soit par un seul de leurs pôles. Au terme de leur raccourcissement, les couples de géminis sont indépendants, mais ils restent étroitement accolés, au point d'apparaître parfois sous la forme de corps ovoïdes volumineux de 1,5 × 0,8 $\mu$. Par ailleurs, cette rétraction des chromosomes s'accompagne de celle du noyau et du nucléole.

Il est rare de pouvoir compter 11 couples de géminis ; plus généralement, on ne peut en distinguer que 7 à 9. Ce nombre inférieur á celui des bivalents métaphasiques est dû á ce que les géminis sont répartis sur tout le pourtour de la membrane nucléaire ; or le noyau a un diamétre supérieur á l'épaisseur des coupes.

Celá pourrait peut-être expliquer pourquoi Van Der Pijl (1934), opérant le dénombrement de l'*Eugenia jambosa* á ce stade, a attribué à cette espéce

Source : MNHN, Paris

un nombre haploïde $n = 14$ alors qu'il comptait 12 et 51 chromosomes sur des plaques métaphasiques somatiques.

Les bivalents ainsi formés prennent une forme ovoïde et se disposent dans le plan équatorial après la disparition, très rapide semble-t-il, de la membrane et du nucléole. Ils sont très serrés ce qui rend particulièrement difficile leur dénombrement. Ils ne sont d'ailleurs que rarement disposés en un seul plan comme on peut l'observer sur des vues latérales.

Au début de l'anaphase, les bivalents se disjoignent ; un mince filament chromatique les réunit encore un moment, leur donnant un aspect en haltère. Au cours de leur ascension vers les pôles, les chromosomes semblent tirés en avant, car ils deviennent fusiformes ; leur diamètre diminue notablement. Ils sont tassés les uns contre les autres et il est alors impossible de les dénombrer.

Puis il se reforme une membrane nucléaire ainsi qu'un nucléole d'ailleurs de très petite taille (il y en a parfois deux mais ils se fusionnent alors presque aussitôt). Les chromosomes, plaqués contre la membrane, conservent leur forme sphérique. Ils sont très chromophiles et leur taille est fortement supérieure à celle des chromocentres. On ne peut que rarement en compter plus de neuf.

Pendant l'interphase, qui doit être de bien courte durée, les chromosomes persistent dans le noyau. En fait, cette période de transition est difficile à délimiter car il semble que la deuxième division débute presque aussitôt. On peut noter que ni le noyau dans son ensemble ni les chromosomes ne paraissent subir de modifications importantes pendant la prophase II. En particulier les noyaux, qui sont de petite taille, ne grossissent pas comme on l'observe habituellement á ce stade. Les chromosomes prennent un contour moins net et on peut voir á ce moment qu'ils ont une nature double. Puis les deux membranes et les deux nucléoles disparaissent et les chromosomes gagnent le plan équatorial. Les plaques métaphasiques ont un diamètre nettement inférieur á celui des plaques de la division hétérotypique ; les chromosomes sont également beaucoup plus petits qu'á la métaphase I puisqu'ils ne dépassent pas 0,5 $\mu$. Les deux fuseaux sont parfois situés dans un même plan et ils sont parallèles, mais le plus souvent ils se trouvent dans des plan perpendiculaires, de telle sorte qu'on ne distinguera que trois des quatre noyaux télophasiques. Toutefois cette disposition se régularisera lors de la formation des tétrades car, alors, les quatre noyaux sont toujours en disposition cruciée. D'ailleurs, il peut ne pas exister un synchronisme parfait entre les deux noyaux-fils : l'un est parfois en fin d'anaphase tandis que l'autre est encore en métaphase.

Au cours de la télophase II, les quatre noyaux de la tétrade reprennent une structure aréticulée euchromocentrique. Les chromocentres ne dépassent pas 0,3 à 0,4 $\mu$ de diamètre ; l'un deux, voisin du nucléole, est plus gros que les autres. Il y a un, parfois deux nucléoles. Ces noyaux sont très petits ; c'est seulement pendant l'interphase suivant cette deuxiéme division qu'ils vont reprendre une taille normale.

Nous n'avons pas pu suivre la formation des grains de pollen, les boutons floraux fixés s'étant révélés trop jeunes.

Source : MNHN, Paris

### B. Figures anormales

On observe à l'anaphase I les mêmes figures qu'au cours de la mitose : il s'agit soit de chromosomes précurseurs soit de chromosomes retardataires. On peut même parfois distinguer un pont entre les deux lots de chromosomes anaphasiques. Ici, il semble qu'il s'agisse bien d'une anomalie car nous avons pu discerner à la télophase un corps Feulgen positif demeuré dans le plan équatorial. Cette exclusion d'un (ou deux ?) chromosomes pourrait provenir soit d'une disjonction d'un bivalent due à l'absence de terminalisation d'un chiasma à la diacinèse, soit d'un mauvais fonctionnement du fuseau. Il conviendrait sans doute de pouvoir faire une analyse du pollen ; si l'exclusion des chromosomes lors de la télophase I se révélait courante, on devrait en effet trouver un nombre constant de grains de pollen avortés.

Il ne nous a pas été possible malheureusement d'étudier plus avant ces phénomènes.

### C. L'assise tapétale

Elle est formée d'une seule assise de cellules. Comme celles du massif de cellules-mères, celles-ci vont rapidement se décoller de l'enveloppe externe et se séparer les unes des autres mais sans changer de position. Si elles possèdent chacune à l'origine un seul noyau, celui-ci va se diviser dès le début de la prophase hétérotypique. Cette mitose est une mitose normale (3) mais elle présente quelques particularités qui la rendent fréquemment aberrante :

1) Au cours de la prophase, les filaments chromosomiques sont beaucoup plus épais que dans les autres mitoses.

2) A la métaphase, après une rétraction très poussée de ces filaments, les chromosomes ont l'aspect globuleux des bivalents observés lors de la méiose.

3) Les plaques métaphasiques présentent un nombre variable de chromosomes ; nous en avons compté tantôt 11, tantôt 22, tantôt plus de 22.

De plus, il faut noter que cette division du noyau n'est pas suivie d'une division cellulaire. Comme c'est le cas général chez les Angiospermes, les cellules du tapis possèdent ainsi typiquement deux noyaux ; ceux-ci sont généralement serrés l'un contre l'autre mais parfois ils se fusionnent ultérieurement pour donner un seul noyau de volume double et de forme variable.

## DISCUSSION DES RÉSULTATS

Nous avons compté les chromosomes de 19 espèces de Myrtacées ; 17 de ces dénombrements sont nouveaux. Ces espèces appartiennent à 10 genres se répartissant dans deux tribus et six sous-tribus (voir tableau annexe).

(3) En effet, nous n'avons jamais pu mettre en évidence de phénomène d'endomitose comme cela se produit dans les cellules du tapis chez les représentants de certaines familles.

Source : MNHN, Paris

## I. — DISCUSSION DES RÉSULTATS CARYOLOGIQUES

### 1. La structure nucléaire

Les noyaux de toutes les espèces étudiées ont une structure du type aréticulé euchromocentrique. En effet, nous n'avons jamais pu observer les réseaux décrits par Gosselin (*loc. cit.*). On peut noter ici l'absence de variation que l'on rencontrera sans cesse dans cette étude.

Le nombre des chromocentres et leurs dimensions ne varient guère eux-mêmes d'une espèce à l'autre. Tout au plus peut-on observer que ce nombre est proportionnel á celui des chromosomes quoique lui étant toujours inférieur.

Par ailleurs, nous avons vu, comme l'avait noté Eichhorn chez le Lupin (1919), qu'après la réaction de Feulgen « le suc nucléaire prend une teinte rose-pâle, indice, pense-t-on, de la présence de chromatine mélangée á l'enchylème ». Cette coloration apparaît à l'interphase pour disparaître progressivement au cours de la prophase. Il est évident que ce mouvement de chromatine est lié á l'évolution des chromosomes. On peut toutefois se demander sous quelle forme elle se présente dans le noyau interphasique. On pourrait admettre, comme semble l'indiquer l'absence apparente de structure, qu'elle est simplement combinée á l'enchylème. Cependant, il est possible que l'on se trouve en présence d'une structure semi-réticulée dans laquelle les mailles du réticulum soient suffisamment petites pour qu'un microscope optique ne permette pas de les mettre en évidence. Cette structure établirait alors la transition entre le type semi-réticulé et le type aréticulé « vrai ».

En fait, on se trouve limité ici par le grossissement maximum des microscopes optiques. Le microscope électronique parait inutilisable pour ce genre d'étude, parce que, au contraire, il grossit trop ; il conviendrait de pouvoir disposer d'un appareil de grossissement intermédiaire.

On pourrait alors se demander si le type nucléaire aréticulé existe réellement. Le fait que l'enchylème d'un tel noyau nous apparaisse optiquement vide ne signifie pas nécessairement qu'il est strictement aréticulé. Peut-être serait-il possible, grâce á cet appareil, de savoir si, en définitive, les noyaux ne sont pas tous bâtis de la même manière, ne différant entre eux que par les dimensions du réticulum. P. Dangeard (1937, 1941, 1942) a déjà mentionné la possibilité de l'existence d'un tel réseau. Par contre, Mlle Delay (*loc. cit.*) ne pense pas que « leur longueur (il s'agit des filaments prophasiques) soit assez grande pour permettre la formation d'un réseau ». Or nous avons vu que ces filaments sont parfois relativement trés longs.

### 2. Les chromosomes

Les chromosomes somatiques de toutes les espèces étudiées sont petits : leur longueur est généralement comprise entre 0,8 et 1,5 µ, certains étant même plus courts. Il n'existe que deux exceptions : chez l'*Angophora subve-*

Source : MNHN, Paris

*lutina* et l'*Eucalyptus melliodora*, les chromosomes, bien que courts, ont une taille sensiblement supérieure : certains atteignent près de 2,5 μ. Ce phénomène est encore plus net si l'on calcule les longueurs moyennes : 1,3 μ chez le premier et 1,6 μ chez le second alors qu'elle n'est que d'environ 0,85 μ chez les autres espèces. Ces valeurs sont comparables à celles que l'on peut déduire de l'observation des idiogrammes établis par Mlle Ruggeri (1961) chez 26 espèces d'*Eucalyptus* et à celles données par Sugiura (1936) pour l'*Eucalyptus globulus* et l'*E. citriodora*. La même différence existe en ce qui concerne l'épaisseur des chromosomes : elle est un peu plus grande chez ceux des *Eucalyptinae*. On voit que cette sous-tribu se singularise par rapport à l'ensemble de la famille.

La forme des chromosomes est également très constante : le plus souvent ce sont des bâtonnets droits ou arqués. Leur chromaticité est généralement bonne mais la position du centromère n'est que rarement visible. En règle générale, les chromosomes sont serrés les uns contre les autres dans les plaques métaphasiques. Il ne semble pas que les facteurs climatiques (température, lumière...) en soient responsables, car nous avons observé ce fait quelle que soit la date de nos fixations (de septembre à mai). Deux types de facteurs pourraient intervenir :

a) Des facteurs externes, en particulier la nature du sol.

b) Des facteurs internes : cette cohésion des chromosomes est peut-être à mettre en parallèle avec la constance du nombre chromosomique (voir plus loin).

### 3. La mitose

Sa seule particularité nous semble être l'existence chez toutes les espèces étudiées d'une prémétaphase typique durant laquelle :

1) le nucléole persiste alors que la membrane a disparu ;

2) les chromosomes se contractent considérablement ;

3) ceux-ci s'agglutinent autour du nucléole.

La constance de ce troisième caractère dans toute la famille est peut-être à rapprocher du tassement des chromosomes métaphasiques. Celui-ci donnerait ainsi une cohésion plus grande au génome ; de fait, on n'a jamais trouvé avec certitude d'aneuploïde à $2n = 20$, ni chez les *Leptospermeae*, ni chez les *Myrteae* (4). Les *Chamaelaucieae*, présentant par contre une série où on peut suivre la réduction $n = 11$, 9, 8, 7 et 6, ne devraient donc pas présenter ce phénomène ; l'observation de plaques métaphasiques et de la prophase chez des espèces de cette tribu pourrait vraisemblablement permettre de vérifier cette hypothèse.

Les seuls aneuploïdes rencontrés ici, ils sont d'ailleurs relativement rares, possèdent un nombre diploïde $2n = 24$. Les deux chromosomes supplémentaires proviennent sans doute de ruptures au niveau de la région centromérique.

(4) Ce nombre, attribué par Sugiura (1936) à l'*Eucalyptus citriodora* et à l'*E. globulus*, n'a pas été confirmé par les études ultérieures (respectivement Smith-White 1948 et Mc Aulay, Cruickshank et Brett 1936).

Source : MNHN, Paris

### 4. Figures anormales de la mitose

Nous avons vu qu'elles se rattachaient à deux types :

— soit qu'un ou plusieurs chromosomes partent en avance au début de l'anaphase ;

— soit qu'il s'agisse, au contraire, de chromosomes retardataires.

Il faut noter qu'on observe ces figures chez toutes les espèces, quel que soit le nombre chromosomique ; en particulier, on les retrouve chez les aneuploïdes.

Nous nous gardons d'employer le terme d'anomalie pour décrire de tels faits. En effet, on considère souvent ces images comme des irrégularités parce que la montée des chromosomes lors de l'anaphase n'est pas d'un synchronisme parfait. Mais rien ne nous prouve qu'il en soit toujours ainsi. Le critère d'une anomalie ne doit pas être établi en vertu d'un *fonctionnement* que nous voyons d'ailleurs fort mal puisqu'il s'agit d'un matériel fixé, mais bien en fonction d'un résultat observable. Il est certain qu'on pourrait parler d'anomalie sans que puisse subsister l'ombre d'un doute si, lors de métaphase, chez une espèce possédant normalement 22 chromosomes, on observait autant de plaques à 21 qu'à 23 chromosomes. Or ce travail statistique nous semble très difficile à effectuer en une matière où la part d'interprétation personnelle demeure importante et où surtout les méthodes utilisées se prêtent peu à cette étude.

Il faut d'ailleurs remarquer que ces figures dites anormales doivent exister chez de nombreuses familles autres que les Myrtacées. Elles sont même parfois si fréquentes que ce sont les images normales qui pourraient faire figure d'anomalies !

En fait, une seule méthode nous paraît adaptée à cette étude : l'observation *in vivo*. En effet, elle seule pourrait nous permettre de suivre réellement l'évolution des chromosomes et donc de voir si le manque de synchronisme lors de l'anaphase provoque ou non une exclusion de chromosome ou, au contraire, l'apport d'un chromosome supplémentaire.

Il conviendrait par ailleurs de voir si les mêmes observations peuvent être faites sur du matériel prélevé non sur des plantes cultivées mais sur des espèces se développant dans la nature. L'influence du sol pourrait en effet ne pas être négligeable. Nous n'avons pu aborder ici ces problèmes.

### 5. La méiose

Nous ne discuterons que quelques points précis, sans insister sur ce qui est classique.

1° La fusion des deux chromocentres paranucléolaires nous indique que les filaments qui s'apparient lors du relèvement du peloton synizésique sont les chromosomes. Ils sont alors presque complètement déspiralisés car s'il reste encore quelques chromocentres, les rubans sont très décolorés.

S'il en est ainsi, comment peut-on interpréter les modifications d'aspect de ces chromosomes après la deuxième contraction ? Il est probable, comme

Source : MNHN, Paris

l'indique leur différence de longueur, que la rétraction qui conduira à la formation des géminis est alors déjà très fortement entamée. C'est-à-dire que la respiralisation a débuté pendant cette deuxième contraction. Toutefois, cette explication nous semble insuffisante.

Sans doute se produit-il alors un dédoublement des chromosomes correspondant au classique stade diplotène. Nous n'avons jamais pu l'observer car le matériel utilisé était trop petit. Chaque chromosome serait alors constitué par deux chromatides, ce qui expliquerait l'augmentation considérable de diamètre et de chromaticité des chromosomes à ce moment.

2° On doit donc attribuer à la première division un rôle prépondérant. L'interphase et la prophase II sont, nous l'avons vu, de très courte durée. Elles sont en quelque sorte escamotées. C'est que, si la structure double des chromosomes n'apparaît qu'alors, cette dualité existait dès la prophase hétérotypique. La deuxième division ne fait ainsi que répartir en quatre noyaux des éléments déjà entièrement formés au cours de la première division. On ne saurait donc comparer la division homéotypique à une quelconque mitose.

3° Si on compare la description de la méiose chez les *Leptospermeae* donnée par Mc Aulay et Cruickshank (*loc. cit.*) et par Smith-White (*id.*) avec ce que nous avons observé chez l'*Eugenia costata*, on doit noter trois différences essentielles :

*a*) Nous n'avons jamais retrouvé le stade « *saucer* » caractéristique de la prophase II chez un grand nombre d'espèces de cette tribu. Mc Aulay et Cruickshank le décrivent de la façon suivante ; « The later stage are characterized by a movement of the chromosomes in each nucleus towards the sister nucleus, culminating in their arrangement on the nuclear boundaries as two saucer-shaped distributions, the convex faces being toward each other. » Au contraire, nous avons noté que chez l'*Eugenia costata*, les chromosomes restent répartis contre la totalité de la membrane nucléaire durant la prophase II.

Il est possible que ce stade soit caractéristique, sinon de l'ensemble de la tribu des *Leptospermeae*, du moins de certaines de ses sous-tribus. Smith-White remarque qu'on le rencontre surtout chez les genres *Eucalyptus*, et *Angophora*, moins nettement dans le genre *Tristania*, mais jamais ni chez *Leptospermum* ni chez *Backhousia*. De nouvelle recherches chez d'autres espèces aussi bien de *Leptospermeae* que de *Myrteae* pourraient préciser si ce phénomène a une importance taxinomique.

*b*) Nous n'avons, de même, jamais rencontré de recombinaisons de bivalents lors de la métaphase I, comme l'avaient noté les mêmes auteurs. Toutefois, les bivalents sont si rapprochés chez l'*Eugenia costata* que l'on ne peut affirmer d'une manière certaine que de telles associations n'existent pas chez cette espèce.

*c*) Ces auteurs n'avaient pas décrit la deuxième contraction que nous avons notée ici. Cependant, sa durée est si brève qu'elle peut passer inaperçue et on peut se demander si, en fait, sa présence n'est pas constante.

Source : MNHN, Paris

## II. — DISCUSSION TAXINOMIQUE

Sur les 19 espèces de Myrtacées dont nous avons compté les chromosomes ::

1) quatorze ont un nombre diploïde $2n = 22$ ;
2) une seule possède 24 chromosomes ;
3) trois sont polyploïdes et présentent 44 ou 88 chromosomes ;
4) une est triploïde avec $2n = 33$.

La grande majorité de ces espèces ont donc le même équipement chromosomique. La fréquence du nombre $2n = 22$ à travers la famille (5) est une des caractéristiques essentielles de cette dernière. En outre, les polyploïdes sont tous des eupolyploïdes, ce qui confirme que le seul nombre de base de la famille est actuellement $x = 11$. Si l'on suit la nomenclature proposée par S. et G. MANGENOT (1962), on dira qu'il s'agit d'un « nombre de base dérivé », le nombre originel ayant peut-être été 6. En effet, ce chiffre a été avancé par SMITH-WHITE (1950) à la suite de l'observation d'associations secondaires de bivalents à la métaphase I de la microsporogénèse chez diverses Myrtacées et de la découverte de *Chamaelaucieae* présentant un nombre haploïde $n = 6$.

### 1. CONSTANCE DU NOMBRE CHROMOSOMIQUE

Si on considère l'ensemble des dénombrements effectués dans les deux tribus des *Leptospermeae* et des *Myrteae*, on voit que nos résultats ne font que vérifier la constatation faite par ATCHISON (*loc. cit.*), puis renforcée par les recherches de SMITH-WHITE, de la constance du nombre haploïde $n = 11$. En effet, sur les 152 espèces de ces deux tribus dont les chromosomes ont été comptés, 133 possèdent ce nombre.

On a souvent suggéré que les plantes ligneuses présentaient une stabilité plus grande de leurs nombres chromosomiques que les plantes herbacées. Les Myrtacées pourraient fournir une preuve supplémentaire à cette hypothèse. Toutefois, il faut remarquer que, du seul point de vue caryologique, cette famille se trouve isolée dans l'ordre des Myrtales dont elle est pourtant morphologiquement le type. Comment expliquer, en effet, que des familles aussi voisines des Myrtacées par de nombreux caractères que le sont les Lécythidacées ou les Mélastomacées présentent des nombres chromosomiques variables ? Chez les premières on a trouvé un nombre haploïde $n = 13$, 16, 17 et 18 ; chez les secondes il est encore plus diversifié puisqu'on a compté successivement $n = 7$, 9, 10, 12, 15, 16 et 17 (6). Le seul fait d'être des plantes ligneuses nous semble donc insuffisant à expliquer la constance de ce nombre.

(5) Compte non tenu des *Chamaelaucieae*, qui n'ont pas été étudiées ici et qui montrent des nombres chromosomiques haploïdes variables.

(6) Relativement peu d'espèces ont été dénombrées dans ces 2 familles. Il est possible que des études ultérieures permettent d'augmenter encore la liste de ces valeurs.

Source : MNHN, Paris

Sans doute exprime-t-elle une stabilité très grande de la famille elle-même ? Si l'on admet que le nombre de base originel a pu être 6, les archétypes auraient disparu et seules auraient pu subsister les espèces dérivées présentant une formule chromosomique du type de celle existant chez les Myrtacées actuelles. Celles-ci seraient donc parfaitement adaptées aux conditions dans lesquelles elles vivent (7).

L'existence d'un seul nombre de base tendrait à prouver, par ailleurs, l'origine monophylétique de la famille. Cette hypothèse se trouve renforcée par les données paléontologiques : les plus anciennes Myrtacées fossiles découvertes ont d'abord été décrites comme des ancêtres des *Eucalyptus*. En fait, BERRY (1915) a montré qu'il n'y a pas un seul de ces fossiles qui ne montre des traits caractéristiques d'*Eugenia* ou de *Myrcia*. Si donc ces ancêtres réunissent des caractères séparés chez les *Leptospermeae* et les *Myrteae* actuelles, c'est peut-être qu'à l'époque la souche primitive n'avait pas encore donné naissance à ces deux branches ou tout au moins que les espèces qui la constituaient n'avaient pas encore disparu.

D'autre part, le cas des Myrtacées souligne la limite d'utilisation des nombres chromosomiques dans une étude taxinomique. Il est certain que leur manque de variation, tout en soulignant l'homogénéité de la famille, interdit toute tentative d'interprétation : si du point de vue morphologique on peut subdiviser ces tribus en de nombreuses sous-tribus, ces coupures ne peuvent pas être appréciées ici.

Par contre, nos observations nous autorisent à discuter quelques points de la phylogénie de la famille. Nous nous référerons aux travaux de ANDREWS dont nous résumerons les vues dans le schéma p. 114 ; nous y ajouterons les nombres chromosomiques haploïdes trouvés dans chacune des sous-tribus.

Deux points nous intéressent particulièrement dans ce schéma :

1) Les *Myrteae* sont les plus anciennes des Myrtacées. ANDREWS a émis cette hypothèse en estimant que des genres tels que *Eugenia* et *Myrtus* semblent être les plus proches par leurs caractères morphologiques des types qu'il considère comme ancestraux. Les données paléogéographiques montrent, par ailleurs, que le climat doux et humide du Crétacé a rendu possible une large répartition de ces genres qui seraient ainsi devenus cosmopolites ; ils auraient pu, en l'absence de difficultés, conserver la pureté des types déjà solidement établis.

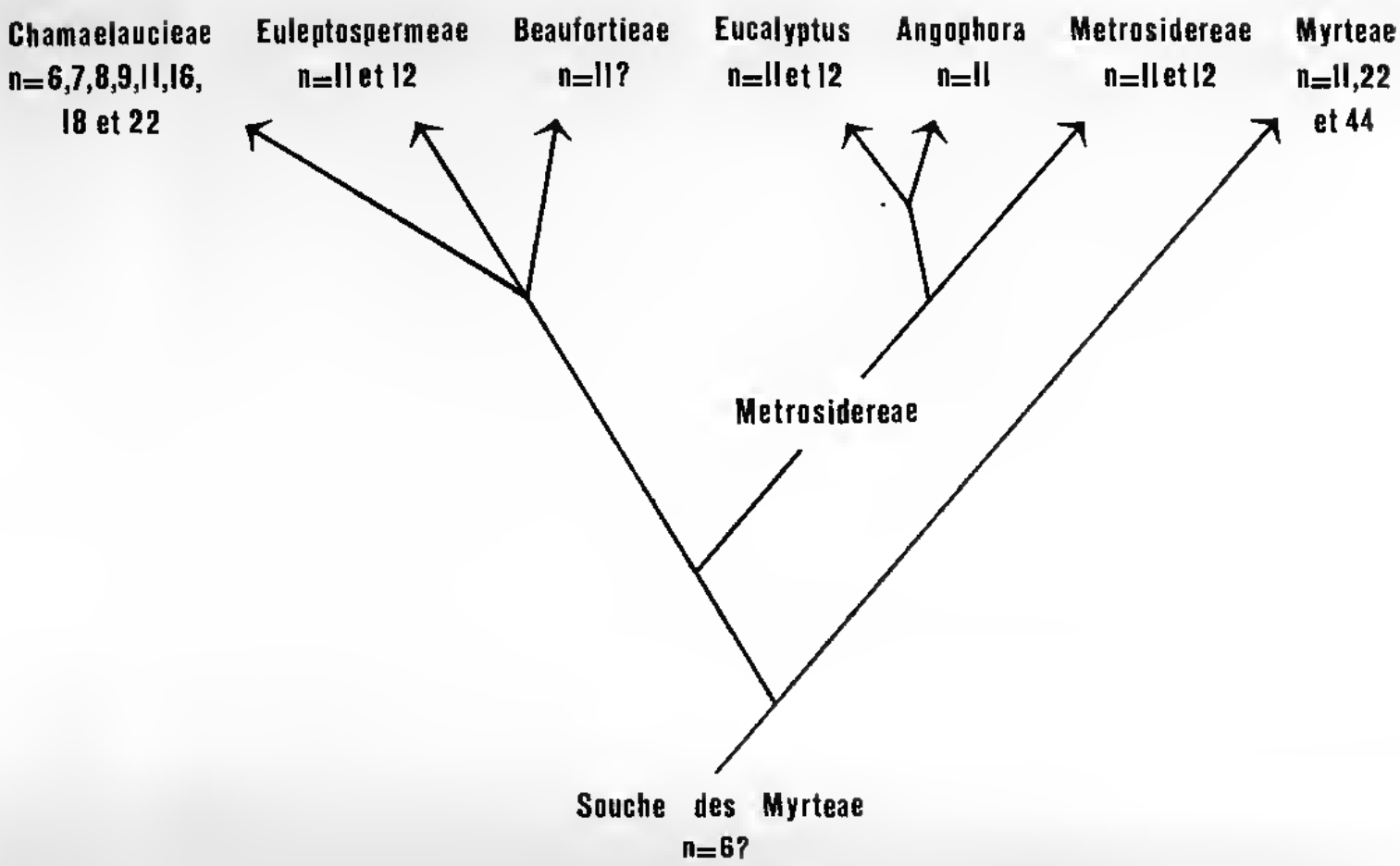
2) La sous-tribu des *Eucalyptinae* est, sinon la plus récente, du moins très jeune. Elle proviendrait, selon ANDREWS, des *Metrosidereae* dont elle se serait écartée à une date postérieure à la séparation de l'Australie d'avec l'Asie.

Nous pourrons discuter de ces deux points en nous appuyant sur la polyploïdie.

(7) A l'exception, sans doute, du genre *Angophora* qui n'est plus représenté que par 4 espèces. Comme le soulignait ANDREWS (*loc. cit.*), ce genre a dû être beaucoup plus diversifié mais il serait en voie de disparition car il est mal adapté au climat chaud de l'est australien. En particulier, l'existence de feuilles opposées et sessiles serait une raison de son développement limité.



Source : MNHN, Paris




Source MNHN, Paris

## 2. La polyploïdie

*a*) Chez le *Kunzea peduncularis*.

Cette espèce possède 44 chromosomes dont deux présentent un satellite. Si nous admettons l'idée formulée par Gosselin (1946) que « les satellites sont multipliés dans la même proportion que le degré de polyploïdie », nous pouvons considérer que cette espèce n'est pas autotétraploïde mais qu'elle est plutôt un tétraploïde hybride issu du croisement d'une espèce diploïde pourvue de chromosomes à satellites et d'une espèce qui n'en posséderait pas. Cela confirmerait l'importance de l'hybridisme dans la formation de nouvelles espèces. Or l'apparition d'hybrides a été fréquemment signalée dans l'ensemble de la famille (8).

Il en est peut-être de même chez le *Baeckea virgata*, mais ici les seuls résultats caryologiques ne nous permettent pas de le dire avec quelque présomption car les chromosomes sont morphologiquement très semblables.

*b*) Chez les *Psidium cerasoides* et *montanum*.

Les trois *Psidium* étudiés avant ce travail possèdent 88 chromosomes. Il s'agit du *P. cattleianum* Sabine, de sa variété *lucidum* et du *P. variabile* Berg. Atchison avait mentionné que celui-ci n'était probablement qu'une variété horticole du *P. cattleianum*. D'ailleurs il a été placé en synonymie avec lui par certains. Sur les dessins de plaques métaphasiques somatiques du *P. cattleianum* et de sa var. *lucidum* que donne cet auteur, on peut voir que cette dernière se différencie au moins par la présence de deux chromosomes satellifères. Par contre, il ne donne pas de figure pour le *P. variabile*, ce qui ne permet pas de trancher ce problème.

On pourrait admettre que le *P. cerasoides* serait dans le même cas si on se base sur le seul critère caryologique : il s'agirait soit d'une variété du *P. cattleianum* soit de cette espèce elle-même (9).

La première description du *P. cattleianum* donnée en 1822 manque tellement de précision (il s'agit en fait d'une comparaison avec le *P. montanum* et non d'une véritable diagnose) qu'on a sans doute défini de nouvelles espèces là où existaient tout au plus des variétés d'une seule et même espèce.

Nous n'avons pu disposer que d'un pied du *Psidium montanum*. Il conviendrait sans doute de reprendre l'étude de ses chromosomes somatiques. En effet, nous entrevoyons deux possibilités :

1. L'échantillon examiné n'est qu'une curiosité due à un accident de méiose et le chiffre 33 que nous suggérons n'est pas représentatif de l'espèce toute entière. Celle-ci aurait alors un nombre diploïde de 22 chromosomes.

(8) En particulier, Lawson (1930) se base sur le haut degré de stérilité du pollen et des graines chez les *Eucalyptus* pour soutenir cette thèse (cité par Smith-White, 1942).

(9) Le dessin du *P. cerasoides* que nous publions diffère par de nombreux petits détails de celui du *P. cattleianum*. Il convient, toutefois, de se montrer prudent car il s'agit de chromosomes très petits et les méthodes de fixation, de coloration et d'observation ne sont pas les mêmes que celles employées par Atchison.

Source : MNHN, Paris

On se trouverait ainsi en face du même cas que celui du *P. guajava* qui est à $2n = 22$, mais dont KUMAR et RANADE ont pu isoler une variété à 33 chromosomes.

2. Il se pourrait aussi qu'il s'agisse du résultat d'une hybridation entre deux espèces à 22 chromosomes. En effet, on a parfois observé que, dans la descendance de tels hybrides, les triploïdes issus d'un croisement en retour sont plus stables que les tétraploïdes.

Seule l'observation d'autres spécimens du *P. montanum*, et particulièrement l'étude de leur microsporogénèse, permettrait peut-être d'établir avec précision le nombre chromosomique de cette espèce.

Les recherches que nous suggérons montreraient peut-être, comme nous sommes porté à le croire, qu'il existe deux groupes de *Psidium* : l'un à 22 chromosomes, l'autre à 88. Or la différence essentielle existant entre ces espèces concerne la taille des fruits. Il n'est pas impossible, d'ailleurs, que l'on réussisse à établir une relation quantitative entre celle-ci et la formule chromosomique (10). La découverte d'espèces à 44 ou 66 chromosomes faciliterait cette étude.

c) Dans l'ensemble des *Myrteae*.

Si on considère l'ensemble de la tribu des *Myrteae*, on remarque que le nombre des polyploïdes est relativement très élevé : au moins 8 espèces sur 23 dont les chromosomes ont été comptés. Sans doute ce dernier nombre est-il trop faible pour qu'on puisse en tirer des conclusions définitives. De nouvelles études seraient nécessaires sur des genres aussi vastes que *Myrtus*, *Psidium*, *Jambosa*, *Syzygium* et surtout *Eugenia*. Si ce point était ainsi confirmé, ce pourcentage élevé de polyploïdes apporterait un argument à l'hypothèse d'ANDREWS qui admet que cette tribu est la plus ancienne de la famille. En effet, on peut considérer avec S. et G. MANGENOT (1962) qu'« une flore comprend d'autant plus d'éléments polyploïdes qu'elle est plus ancienne ».

Ces recherches pourraient permettre, par ailleurs, de préciser un point demeuré obscur : selon les régions, les auteurs considèrent, en effet, que les genres *Eugenia*, *Jambosa* et *Syzygium* constituent trois genres différents ou, au contraire, un seul genre.

### 3. PLACE DES EUCALYPTINAE

Cette sous-tribu semble se singulariser :

1) par la taille des chromosomes ;

2) par l'absence totale de polyploïdes (aucune espèce ne l'est sur les 73 étudiées).

Ce deuxième fait, par opposition aux *Myrteae*, prouverait l'origine relativement récente de cette sous-tribu, ce qui confirmerait également les vues

(10) Les Goyaves ayant un intérêt économique, un tel rapport pourrait avoir une importance dans l'établissement de nouvelles races.

Source : MNHN, Paris

d'ANDREWS. Toutefois il faut remarquer que la polyploïdie ne peut être considérée comme un critère d'ancienneté que dans la mesure où la lignée intéressée présente une certaine aptitude à la polyploïdisation.

### 4. PLACE DES BEAUFORTIEAE

Nous ne discuterons pas de la place que l'on peut assigner aux *Chamaelaucieae*, n'ayant pu disposer d'espèces de cette tribu. Rappelons seulement que SMITH-WHITE la considère comme très récente, conformément à l'opinion exprimée par ANDREWS ; il estime, en effet, que les nombres 6, 7, 8 et 9 trouvés chez ces espèces sont obtenus par réduction à partir du génome 11.

Un point demeurerait à préciser : ANDREWS établit une sorte de parallélisme entre l'apparition des *Chamaelaucieae* et celle des *Beaufortieae* (11). Or les chromosomes d'une seule espèce de cette sous-tribu ont été dénombrés jusqu'à présent. Là aussi, de nouvelles recherches seraient nécessaires pour la confirmation ou l'infirmation de cette hypothèse. En effet, si celle-ci était exacte, on devrait retrouver chez les *Beaufortieae* une série de nombres chromosomiques comparables à celle que SMITH-WHITE a mise en évidence chez les *Chamaelaucieae*.

Au total, il semble que les Myrtacées représentent une réussite car cette apparente absence d'évolution ne peut nullement être regardée comme une stagnation si l'on considère le nombre important des espèces que comprend la famille. D'ailleurs, le renouvellement constant des espèces serait assuré par un hybridisme important.

## CONCLUSIONS

1. — Au cours de nos recherches, nous avons déterminé le nombre chromosomique de 19 espèces de Myrtacées ; 17 de ces dénombrements sont nouveaux. Ils concernent : *Baeckea virgata* 44, *Callistemon salignus* var. *viridiflorus* 22, *Kunzea peduncularis* 44, *Melaleuca genistifolia* 22, *Melaleuca microphylla* 22, *Angophora subvelutina* 22, *Eucalyptus melliodora* 22, *Metrosideros diffusa* 22, *Metrosideros tomentosa* 22, *Eugenia baruensis* 22, *Eugenia costata* 22, *Eugenia guabiju* 24, *Pimenta officinalis* 22, *Pimenta racemosa* 22, *Psidium cerasoides* 88, *Psidium montanum* 33, *Myrrhinium sarcopetalum* 22.

2. — Chez ces 19 espèces, nous avons étudié le type nucléaire et le cycle de la mitose. Nous avons vu que toutes possèdent un noyau aréticulé euchromocentrique mais que la coloration en rose de l'enchylème par le réactif de Feulgen indique peut-être l'existence d'un très fin réticulum. La mitose, très semblable chez toutes ces espèces, se caractérise essentiellement par une prémétaphase au cours de laquelle les chromosomes s'agglutinent plus ou moins autour du nucléole et se rétractent considérablement.

(11) ENGLER leur donne le nom de *Calothamninae*.

Source : MNHN, Paris

3. — Les chromosomes sont toujours de très petite taille (0,8 à 1,5 μ de longueur pour une épaisseur d'environ 0,3 μ). Ceux des espèces de la sous-tribu des *Eucalyptinae* sont toutefois plus grands, atteignant parfois 2,5 μ.

Ces chromosomes sont toujours étroitement accolés dans les plaques métaphasiques. Nous pensons que cela a peut-être contribué à donner une plus grande stabilité à l'équipement chromosomique.

4. — Nous avons pu discerner deux contractions au cours de la prophase hétérotypique lors de la microsporogénèse chez l'*Eugenia costata* : la première correspond à l'appariemment des chromosomes ; c'est au cours de la seconde que débute leur respiralisation et que s'effectue peut-être leur dédoublement.

5. — Au cours d'une rapide discussion, nous avons estimé que si l'uniformité presque totale du nombre chromosomique dans la famille se prête peu aux interprétations taxinomiques, il est possible de préciser quelques points :

*a*) Seul le nombre de base x = 11 semble exister ce qui confirme les résultats énoncés par d'autres caryologistes ; ce fait traduit la stabilité de la famille depuis une époque très reculée et les liens étroits qui unissent ses différentes tribus. Cette homogénéité est sans doute due, du moins en partie, à ce qu'il s'agit de plantes toutes ligneuses. D'autre part, elle tendrait à prouver l'origine monophylétique de la famille.

*b*) La fréquence de polyploïdes dans la tribu des *Myrteae* confirmerait que celle-ci est probablement à l'origine de la famille alors que leur absence totale dans la sous-tribu des *Eucalyptinae* montrerait que les *Eucalyptus* et les *Angophora* sont apparus beaucoup plus récemment.

A de nombreuses reprises, nous avons eu l'occasion de poser des points d'interrogation et nous avons essayé de schématiser un certain nombre de problèmes qui restent à résoudre. En effet, il ne nous a pas été possible, et nous le regrettons, d'aborder ici ces questions malgré tout l'intérêt qu'elles nous semblent présenter.

Source : MNHN, Paris

## LISTE DES NOMBRES CHROMOSOMIQUES CONNUS CHEZ LES MYRTACÉES

| | *n* | 2*n* | Auteurs |
|---|---|---|---|
| Sous-famille I : MYRTOIDEAE. | | | |
| Tribu des **Myrteae.** | | | |
| Sous-tribu 1 : ORTHOSTEMONINAE. | | | |
| *Feijoa sellowiana* Berg. | | 22 | BOWDEN 1945 |
| Sous-tribu 2 : MYRTINAE. | | | |
| *Myrtus communis* L. | 11 | | GRECO 1929 |
| | 11 | | ROY & JHA 1962 |
| | | 22 | MOUSSEL |
| — *Nivellei* Batt. et Trab. | 11 | | QUÉZEL 1955 |
| *Myrrhinium sarcopetalum* Lem. | | 22 | MOUSSEL |
| *Pimenta acris* Kosteletzki | | 22 | JANAKI-AMMAL 1945 |
| — *officinalis* Lindl. | | 22 | MOUSSEL |
| — *racemosa* Mill. | | 22 | MOUSSEL |
| *Psidium cattleianum* Sabine | c. 44 | | SMITH-WHITE 1948 |
| | | 88 | ATCHISON 1947 |
| — *c.* var. *lucidum* | | 88 | ATCHISON 1947 |
| — *cerasoides* Cambess. | | 88 | MOUSSEL |
| — *guajava* L. | | 22 | JANAKI-AMMAL 1945 |
| | | 22 | ATCHISON 1947 |
| | | 33 | KUMAR & RANADE 1952 (12) |
| — *guajava* L. | | 21,22,30,33 | D'CRUZ & RAO 1962 |
| — *guajava* L. var. «Chinese guava» | | 22 | ROY & JHA 1962 |
| — *guajava* L. var. typica | 11 | | ROY & JHA 1962 |
| — *montanum* Sw. | | 33 | MOUSSEL |
| — *variabile* Berg. (13) | | 88 | ATCHISON 1947 |
| Sous-tribu 3 : EUGENIINAE. | | | |
| *Eugenia baruensis* Jacq. | | 22 | MOUSSEL |
| — *costata* Cambess. | 11 | 22 | MOUSSEL |
| — *Cumini* Merril. | c. 20 | 42-44 | VAN DER PIJL 1934 |
| | c. 20 | | TJIO 1948 |
| — *guabiju* Berg. | | 24 | MOUSSEL |
| — *jambosa* Crantz | 14 | c.42,c.54 | VAN DER PIJL 1934 |
| | | 46 | BHADURI & ISLAM 1949 |
| — *jambos* L. | | 33,44 | ROY & JHA 1962 |
| — *jambolana* Lam. | | c. 40 | VAN DER PIJL 1934 |
| | | 44, 46 | BHADURI & ISLAM 1949 |
| — *jambolana* (cultivated var.) | | 55 | ROY & JHA 1962 |
| (wild var.) | | 33 | ROY & JHA 1962 |
| — *javanica* Lam. | 21-22 | | VAN DER PIJL 1934 |
| | | 33 | ROY & JHA 1962 |
| — *Luehmanii* F. Muell. | 22 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *malaccensis* L. | 11 | | VAN DER PIJL 1934 |
| — *Michelii* Lam. = *uniflora* Berg. | | 22 | BHADURI & ISLAM 1949 |
| — *myrtifolia* Sims. | 22 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *operculata* Roxb. | 11 | | NANDA 1962 |
| — *Smithii* Poir. | 22 | | SMITH-WHITE 1948 |

(12) Guava « Lucknow 49 », seedless variety.
(13) Probablement var. de *Psidium cattleianum* (note de ATCHISON).

Source : MNHN, Paris

| | *n* | 2*n* | Auteurs |
|---|---|---|---|
| Sous-famille II : LEPTOSPERMOIDEAE. | | | |
| Tribu A : **Leptospermeae.** | | | |
| Sous-tribu 1 : BACKHOUSINAE. | | | |
| *Backhousia citriodora* F. Muell. | 11 | | SMITH-WHITE 1942 |
| — *myrtifolia* Hook & Harv. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| Sous-tribu 2 : METROSIDERINAE. | | | |
| *Metrosideros diffusa* Sm. | | 22 | MOUSSEL |
| — *polymorpha* Gaud. | | | |
| ssp. *glaberrima* Lévl. | | 22 | SKOTTSBERG 1955 |
| ssp. *glabrifolia* Lévl. | | 22,c.26 | SKOTTSBERG 1955 |
| ssp. *incana* Lévl. | | 24 | SKOTTSBERG 1955 |
| ssp. *polymorpha* Lévl. | | 22 | SKOTTSBERG 1955 |
| — *tomentosa* A. Rich. | | 22 | MOUSSEL |
| *Syncarpia laurifolia* Ten. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| *Tristania conferta* R. Br. | 11 | | SMITH-WHITE 1942 |
| — *laurina* R. Br. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| Sous-tribu 3 : EUCALYPTINAE. | | | |
| *Angophora cordifolia* Cav. | 11 | | SMITH-WHITE 1942 |
| — *intermedia* D.C. | 11 | | SMITH-WHITE 1942 |
| — *lanceolata* Cav. | 11 | | SMITH-WHITE 1942 |
| — *subvelutina* F. Muell. | | 22 | MOUSSEL |
| *Eucalyptus alba* Reinw. | | 22 | ATCHISON 1947 |
| | | 22 | KRUG & ALVES 1949 |
| — *albens* Miq. | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *angulosa* Schau. | | 22 | ATCHISON 1947 |
| — *astringens* Maiden | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *beliriana* F. Muel. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *bicostata* Maiden, Bl. & Sims. | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *botryoides* Sm. | | 22 | ATCHISON 1947 |
| | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *bridgesiana* R. T. Baker | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *brockwayi* C. A. Gardn. | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *calophylla* R. Br. | | 22 | ATCHISON 1947 |
| — *camaldulensis* Schau. | | 22 | ATCHISON 1947 |
| | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *cinerea* F. Muell. | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *citriodora* Hook. | | 28 | HARRISON 1934 |
| | | 20 | SUGIURA 1936 |
| | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| | | 22 | ATCHISON 1947 |
| — *cladocalyx* F. Muel.. | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *cornuta* Labill. | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *corynocalyx* F. Muell. | | 24 | ATCHISON 1947 |
| — *dalrympleana* Maiden | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *diversicolor* F. Muell. | | 22 | ATCHISON 1947 |
| — *dives* Schau. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *elaeophora* F. Muell. | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *fastigiata* Deane & Maiden | | 22 | RUGGERI 1961 |
| — *filicifolia* F.S.M. | 11 | | SMITH-WHITE 1942 |
| — *f.* var. *Guilfoylei* Bail. | 11 | | SMITH-WHITE 1942 |
| — *flocktoniae* Maiden | | 24 | RUGGERI 1961 |
| — *globulus* Labill. | | 28 | HARRISON 1934 |
| | | 20 | SUGIURA 1936 |
| | 11 | | MC AULAY, CRUICKSHANK, BRETT 1936 |

Source : MNHN, Paris

| | *n* | 2*n* | Auteurs |
|---|---|---|---|
| *Eucalyptus gomphocephala* D.C. | | 22 | Ruggeri 1961 |
| — *goniocalyx* F. Muell. | | 22 | Ruggeri 1961 |
| — *gummifera* Sm. | 11 | | Smith-White 1942 |
| — *Gunnii* Hook | | 22 | Atchison 1947 |
| — *haemastoma* Sm. | 11 | | Smith-White 1942 |
| — *incrassata* Labill. | 11 | | Smith-White 1942 |
| — *Johnstoni* Maiden | 11 | | Mc Aulay, Cruickshank & Brett 1936 |
| — *kirtoniana* F. Muell. | | 22 | Atchison 1947 |
| — *Lehmannii* Press. | | 22 | Ruggeri 1961 |
| — *leucoxylon* F. Muell. | | 22 | Ruggeri 1961 |
| — *linearis* Dehnh. | 11 | | Mc Aulay & Cruicks. 1937 |
| | | 22 | Atchison 1947 |
| — *longifolia* Link. & Otto | | 22 | Atchison 1947 |
| — *Macarthuri* Deane & Maiden | | 22 | Ruggeri 1961 |
| — *maculata* Hook. | | 22 | Atchison 1947 |
| — *Maidenii* F. Muell. | | 22 | Ruggeri 1961 |
| — *melliodora* Schau. | | 22 | Moussel |
| — *melanophloia* F. Muell. | | 22 | Ruggeri 1961 |
| — *obliqua* L'Hérit. | | 28 | Harrison 1934 |
| | 11 | | Mc Aulay & Cruicks. 1937 |
| | | 22 | Atchison 1947 |
| — *occidentalis* Endl. | | 22 | Ruggeri 1961 |
| — *ovata* Labill. | | 22 | Ruggeri 1961 |
| — *paniculata* Sm. | 11 | | Smith-White 1942 |
| — *pauciflora* Sieber | 11 | | Mc Aulay & Cruicks. 1937 |
| — *paulistana* (14) | | 22 | Atchison 1947 |
| — *polyanthemos* F. Muell. | | 22 | Ruggeri 1961 |
| — *pulverulenta* Sims. | | 22 | Atchison 1947 |
| — *redunca* Schau. | | 24 | Atchison 1947 |
| — *resinifera* Sm. | | 22 | Atchison 1947 |
| — *rubida* Deane & Maiden | | 22 | Atchison 1947 |
| — *rudis* Endl. | | 22 | Atchison 1947 |
| — *sideroxylon* Benth. | 11 | | Smith-White 1942 |
| — *s.* var. *rosea* | | 22 | Atchison 1947 |
| — *staigeriana* F. Muell. | 11 | | Smith-White 1942 |
| — *steedmanni* | | 22 | Atchison 1947 |
| — *stuartiana* F. Muell. | | 22 | Atchison 1947 |
| — *tereticornis* Sm. | | 22 | Ruggeri 1961 |
| — *tetraptera* Turcz. | 11 | | Smith-White 1948 |
| — *torquata* Luehmann | | 22 | Atchison 1947 |
| — *Trabutii* Vilmorin | | 22 | Ruggeri 1961 |
| — *triantha* (*acmenioides*) Link. | | 22 | Atchison 1947 |
| — *viminalis* Labill. | | 22 | Atchison 1947 |
| Sous-tribu 4 : Leptosperminae. | | | |
| *Agonis flexuosa* Schau. | 11 | | Smith-White 1948 |
| *Callistemon acuminatus* Cheel | 11 | | Smith-White 1948 |
| — *citrinus* | | 22 | Janaki-Ammal 1945 |
| — *comboynensis* Cheel | 22,11,33/2 | | Smith-White 1948 |
| — *horlensis* Cheel | 11 | | Smith-White 1948 |
| — *lanceolatus* D.C. | 11 | | Smith-White 1942 & 1948 |
| — *lilacinus* Cheel | 11 | | Smith-White 1948 |
| — *linearis* D.C. | 11 | | Smith-White 1942 |
| — *pachyphyllus* Cheel | 11 | | Smith-White 1948 |

(14) « Sequence unknown » (note de Atchison).

Source : MNHN, Paris

| | *n* | 2*n* | Auteurs |
|---|---|---|---|
| *Callistemon phœniceus* Lindl. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *pinifolius* D.C. | 11,c.30/2 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *rigidus* R. Br. | 11,22 | | SMITH-WHITE 1942 |
| — *rugulosus* D.C. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *salignus* D.C. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *s.* var. *viridiflorus* | | 22 | MOUSSEL |
| — *speciosus* D.C. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *viminalis* Sol. | 22 | | SMITH-WHITE 1948 |
| *Kunzea capitata* Reichb. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *corifolia* Reichb. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *peduncularis* F. Muell. | | 44 | MOUSSEL |
| *Leptospermum arachnoideum* Sm. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *citratum* Chall, Cheel, Penf. | 11 | | SMITH-WHITE 1942 |
| — *flavescens* Sm. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *f.* var. *leptophylla* Cheel | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *grandifolium* Sm. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *juniperinum* Sm. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *laevigatum* F. Muell. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *lanigerum* Sm. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *Liversidgei* B. & S. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *parvifolium* Sm. | 22 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *persiciflorum* Reichb. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *rotundifolia* | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *Sandersii* Hort. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *stellatum* Cav. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| *Melaleuca alternifolia* Cheel | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *armillaris* Sm. | | 22 | MOUSSEL |
| — *elliptica* Labill. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *ericifolia* Sm. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *genistifolia* Sm. | | 22 | MOUSSEL |
| — *hypericifolia* Sm. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *laleritia* Otto | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *linariifolia* Sm. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *microphylla* Sm. | | 22 | MOUSSEL |
| — *nodosa* Sm. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *Smithii* Baker | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *styphelioides* Sm. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *thymifolia* Sm. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| Sous-tribu 5 : CALOTHAMNINAE. | | | |
| *Calothamnus villosus* R. Br. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| Sous-tribu 6 : BAECKEINAE. | | | |
| *Baeckea crenulata* D.C. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *densifolia* Sm. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *diffusa* Steb. | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *diosmifolia* Rudge | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *lignifolia* Rudge | 11 | | SMITH-WHITE 1948 |
| — *virgata* Andr. | | 44 | MOUSSEL |
| **Tribu B : Chamaelaucieae (15)** | | | |
| Sous-tribu 1 : EUCHAMAELAUCIEAE. | | | |
| *Actinodium Cunninghamii* Schau. | 6 | | SMITH-WHITE 1950 |
| *Chamaelaucium axillare* F. Muell. | 11 | | SMITH-WHITE 1954 |
| — *Drummondii* Meissn. | 11 | | SMITH-WHITE 1954 |
| — *uncinatum* Schau. | 11 | | SMITH-WHITE 1950 |

(15) SMITH-WHITE et BRIGGS ayant seuls étudié cette tribu, nous présentons leurs résultats en suivant la classification qu'ils ont adoptée, celle de BENTHAM et HOOKER (*loc. cit.*).

Source : MNHN, Paris

| | *n* | 2*n* | Auteurs |
|---|---|---|---|
| *Darwinia biflora* (Cheel) B. Briggs | 6 | | Briggs 1962 |
| — *camposlylis* B. Briggs | | 12 | Briggs 1962 |
| — *citriodora* Benth. | 6 | 12 | Smith-White 1950 |
| — *collina* Sardn. | 6 | | Smith-White 1954 |
| — *diminuta* B. Briggs | 6 | | Briggs 1962 |
| — *diosmoides* Benth. | | 12 | Smith-White 1954 |
| — *fascicularis* Rudge | 6 | 12 | Smith-White 1950 |
| — *f.* ssp. *fascicularis* | 6 | | Briggs 1962 |
| — *f.* ssp. *oliganlha* Briggs | 6 | | Briggs 1962 |
| — *glaucophylla* B. Briggs | 6 | | Briggs 1962 |
| — *grandiflora* (Benth) R. T. Bak. & H. G. Sm. | 6 | | Briggs 1962 |
| — *hypericifolia* Domin. | 6 | | Smith-White 1954 |
| — *leiostyla* Domin. | 6 | | Smith-White 1954 |
| — *leplantha* B. Briggs | 6 | | Briggs 1962 |
| — « *mesembryanthemoides* » | 6 | | Smith-White 1954 |
| — *micropelala* Benth. | 7 | 14 | Smith-White 1954 |
| — *pauciflora* Benth. | 9 | | Smith-White 1954 |
| — *peduncularis* B. Briggs | 6 | | Briggs 1962 |
| — *procera* B. Briggs | 6 | | Briggs 1962 |
| — *speciosa* Benth. | 6 | 12 | Smith-White 1950 |
| — *taxifolia* A. Cunn. | 6 | | Smith-White 1950 |
| — *t.* ssp. *macrolaena* B. Briggs | 6 | | Briggs 1962 |
| — *t.* ssp. *taxifolia* | 6 | | Briggs 1962 |
| — *t.* var. *biflora* | 6 | | Smith-White 1950 |
| — *t.* var. *grandiflora* Benth. | 6 | | Smith-White 1950 |
| — *t.* var. *intermedia* | 6 | | Smith-White 1950 |
| — *vestita* Benth. | 9 | | Smith-White 1954 |
| *Homoranthus Darwinioides* | 9 | | Smith-White 1954 |
| — *flavescens* A. Cunn. | 9 | | Smith-White 1954 |
| — *virgatus* A. Cunn. | 9 | | Smith-White 1954 |
| *Pileanthus peduncularis* Endl. | 11 | | Smith-White 1954 |
| *Verticordia acerosa* Lindl. | 8 | | Smith-White 1954 |
| — *Brownii* D.C. | 9 | | Smith-White 1954 |
| — *chrysantha* Endl. | 16 | | Smith-White 1954 |
| — *densiflora* Lindl. | 11 | | Smith-White 1954 |
| — *Drummondii* Schau. | 11 | | Smith-White 1954 |
| — *grandiflora* Endl. | 6 | 12 | Smith-White 1954 |
| — *grandis* Drumm. | 22 | | Smith-White 1954 |
| — *habrantha* Schau. | 18 | | Smith-White 1954 |
| — *Huegelii* Endl. | 8 | | Smith-White 1954 |
| — *insignis* Endl. | 9 | | Smith-White 1954 |
| — *monadelpha* Turcz. | c. 18 | | Smith-White 1954 |
| — *nitens* Schau. | 8 | | Smith-White 1954 |
| — *oxylepis* Turcz. | 8 | | Smith-White 1954 |
| — *pennigera* Endl. | 11 | | Smith-White 1954 |
| — *picta* Endl. | 11 | | Smith-White 1954 |
| — *plumosa* Druce | 11 | | Smith-White 1954 |
| *Verticordia Preissii* Schau. | 8 | | Smith-White 1954 |
| — *Roeii* Endl. | 9 | | Smith-White 1954 |
| Sous-tribu 2 : Calythriceae. | | | |
| *Calythrix Fraseri* A. Cunn. | 11 | | Smith-White 1950 |
| — *tetragona* Labill. | 11 | | Smith-White 1950 |
| Sous-tribu 3 : Thryptomeneae. | | | |
| *Tryplomene Mitchelliana* F. Muell. | 11 | | Smith-White 1950 |
| *Micromyrtus microphylla* Benth. | 11 | | Smith-White 1950 |

Source : MNHN, Paris

## BIBLIOGRAPHIE


ANDREWS (E. C.), 1913. — The development of the natural order *Myrtaceae*. *Proc. linn. Soc. New South Wales*, **38**, p. 529-568.

ATCHISON (E.), 1947. — Chromosome numbers in the *Myrtaceae*. *Amer. J. Bot.*, **34**, p. 159-165.

BENTHAM (G.), 1866. — *Myrtaceae* in *Flora australiensis*, III, p. 1-289. Lovell Reeve and Co édit., London.

BHADURI (C. N.) et ISLAM (A. S.), 1949. — *Proc. 36 th Indian. Sc. Congr.*, pt 3, p. 139 (16).

BOWDEN (W. M.), 1940. — Diploidy, Polyploidy and winter hardiness relationships. *Amer. J. Bot.*, **27**, p. 357.

— 1945. — A list of chromosome numbers in higher Plants. I : *Acanthaceae* to *Myrtaceae*. *Ibid.*, **32**, p. 81-91.

BRIGGS (B. G.), 1962. — The New South Wales species of *Darwinia*. *Contrib. N. S.W. Nat. Herb.*, **3**, p. 129-159.

DARLINGTON (C. D.) & WYLIE (A. P.), 1955. — Chromosome Atlas of flowering plants. Allen and Unwin, édit., London.

D'CRUZ (R.) & RAO (G. B.), 1962. — Cytogenetic studies in two guava aneuploids. *Jour. Ind. Bot. Soc.*, **41**, p. 316-321.

DELAY (Mlle C.), 1946-1948. — Recherches sur la structure des noyaux quiescents chez les Phanérogames. *Rev. Cytol. et Cytophysiol. végét.*, **9**, p. 169-222, et **10**, p. 103-228.

EICHHORN (A.), 1949. — Caryologie du *Lupinus Tassilicus*. *Rev. Cytol. et Biol. végét.*, **11**, p. 333-350.

— 1950. — Étude caryologique de deux *Cymbalaria*. *Rev. générale de Bot.*, **57**, p. 209-234.

— 1952. — Caryologie du genre *Linaria*. *Rev. Cytol. et Biol. végét.*, **23**, p. 117-145.

EMBERGER (L.), 1960. — Les végétaux vasculaires *in* CHADEFAUD (M.) et EMBERGER (L.) : Traité de Botanique, t. 2, fasc. 2. Masson et Cie édit., Paris.

GOSSELIN (L. A.), 1947-1948. — Étude des caractères morphologiques des noyaux interphasiques et quiescents chez les végétaux. *Rev. d'Oka*, **21** et **22**, n° 1, p. 7-280.

— 1946. — Les satellites chez les végétaux. *Rev. d'Oka*, **20**, n° 2 et 3.

GRECO (Mlle R.), 1929. — Notize preliminari sull'embriologica e la cariologia del *Myrtus communis*. *G. Bot. ital.*, **36**, p. 57.

HAMEL (J.-L.), 1953. — Contribution à l'étude cyto-taxinomique des Saxifragacées. *Rev. Cytol. et Biol. végét.*, **14**, p. 113-313.

HARRISON (J. W.), 1934. — Cité par TISCHLER, 1937.

HUTCHINSON (J.), 1939. — The families of flowering Plants. I : Dicotyledons, 2e édit., Oxford University Press édit., London, 310 pp.

JANAKI-AMMAL (E. K.), 1945. — *Myrtaceae* in DARLINGTON (C. D.) & JANAKI-AMMAL : The Chromosome Atlas of cultivated plants. Allen and Unwin édit., 397 pp.

KRUG (C. A.) & ALVES (A. S.), 1949. — *J. Hered.*, **40**, p. 133 (16).

KUMAR (L. S. S.) & RANADE (S. G.), 1952. — Autotriploidy in Guava (*Psidium guajava* Linn.). *Curr. Sc.*, **21**, p. 75-77.


(16) Cités d'après DARLINGTON et WYLIE (1955).

Source : MNHN, Paris

LAWRENCE (G. H. M.), 1955. — Taxonomy of vascular plants. The Mac Millan Cy édit., London, 823 pp.

MC AULAY (A. L.), CRUICKSHANK (F. D.) & BRETT (R. G.), 1936. — Chromosome numbers of *Eucalyptus globulus and E. Johnstoni*. *Nature*, **138**, p. 550.

MC AULAY (A. L.) & CRUICKSHANK (F. D.), 1937. — The male meiotic Cycle in *Eucalyptus*. *Pap. and Proc. Soc. Tas.*, p. 41-44.

MANGENOT (S. et G.), 1962. — Enquête sur les nombres chromosomiques dans une collection d'espèces tropicales. *Rev. Cytol. et Biol. végét.*, **25**, p. 411-447.

NANDA (P. C.), 1962. — Chromosome number of some trees and shrubs. *Jour. Ind. Bot. Soc.*, **41**, p. 271-277.

NIEDENZU (F.), 1898. — *Myrtaceae* in ENGLER (A.) & PRANTL (K.) : Die natürlichen Pflanzenfamilien, III, **7**, p. 57-105.

VAN DER PIJL (L.), 1934. — Ueber die Polyembryonie bei *Eugenia*. *Rec. travaux Bot. Néerland.*, **31**. p. 113.

QUÉZEL (P.), 1955. — Remarques sur le caryotype de quelques espèces méditerranéennes au Hoggar. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **240**, p. 1262-1264.

ROY (R. P.) & JHA (R. P.), 1962. — Cytological studies in *Myrtaceae*. *Proc. Ind. Sc. Cong.*, 1962, p. 336.

RUGGERI (Mlle C.), 1961. — Contributo alla cariologia del genere *Eucalyptus* (*Myrtaceae*) *Caryologia*, **14**, p. 111-120.

SKOTTSBERG (C.), 1955. — Chromosome numbers in Hawaian Flowering plants. *Ark. Bot.*, **3**, p. 63-70.

SMITH-WHITE (S.), 1942. — Cytological studies in the *Myrtaceae*. I : Microsporogenis in several genera of the *Leptospermoideae*. *Proc. Linn. Soc. New South Wales*, **67**, p. 335-342.

— 1948. — *Id.* II : Chromosome numbers in the *Leptospermoideae* and *Myrtoideae*. *Ibid.*, **73**, p. 16-36.

— 1950. — *Id.* III : Cytology and Phylogeny in the *Chamaelaucieae*. *Ibid.*, **75**, p. 99-121.

— 1954. — *Id.* IV : The sub-tribe *Euchamaelaucinae*. *Ibid.*, **79**, p. 21-28.

SUGIURA (T.), 1936. — Studies on the chromosome numbers in Higher plants, with special reference to cytokinesis. *Cytologia*, **7**, p. 544-595.

TISCHLER (G.), 1937. — Pflanzliche Chromosomenzahlen, Lief. II. *Tab. Biol.*, **12**, p. 1-115.

TJIO (J. H.), 1948. — The somatic chromosomes of some tropical plants. *Hereditas*, **34**, p. 135-146.

PISL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

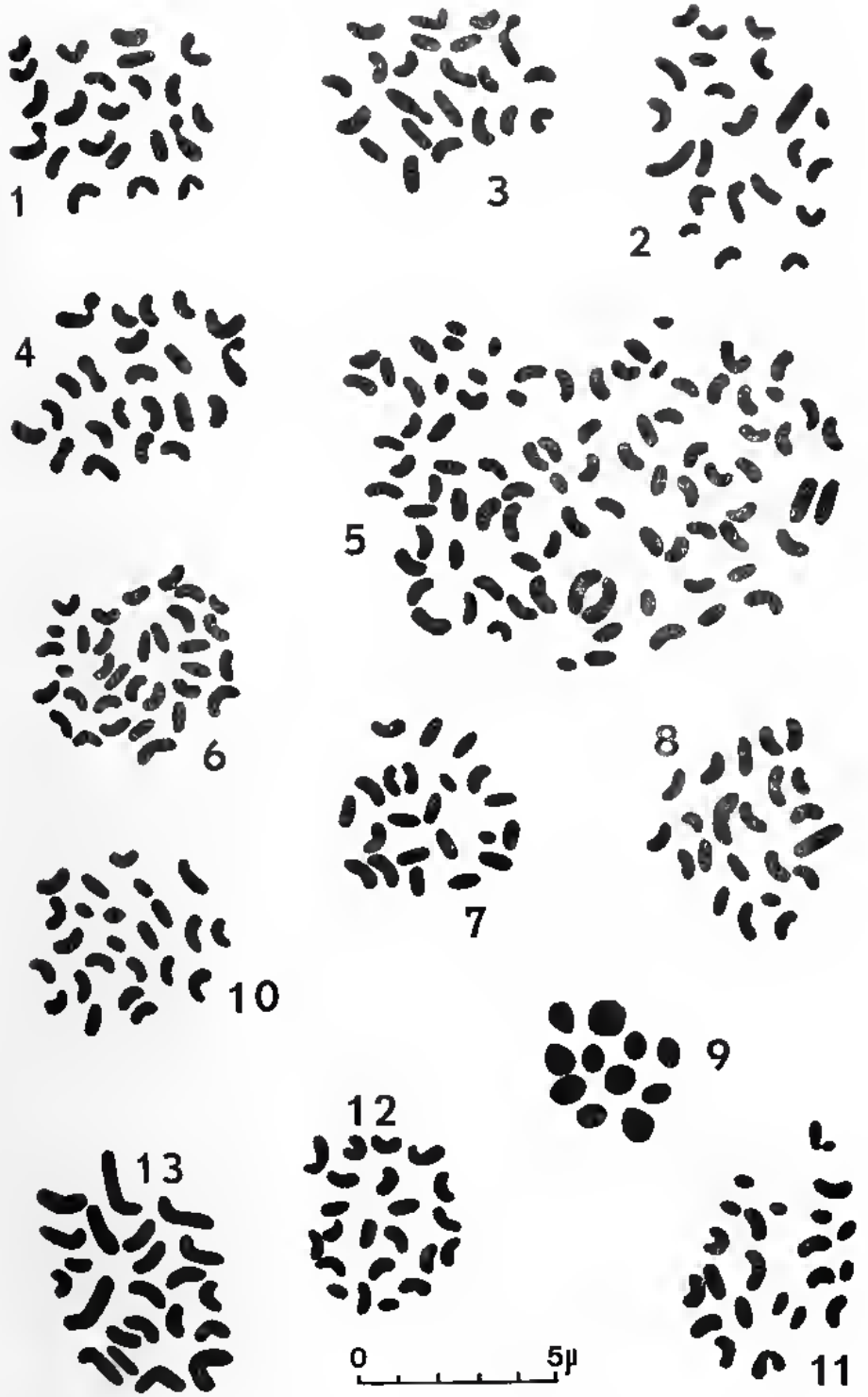
Source : MNHN, Paris

## PLANCHE XI

Plaques métaphasiques :

1. — *Myrtus communis*. $2n = 22$.
2. — *Myrrhinium sarcopetalum*. $2n = 22$.
3. — *Pimenta officinalis*. $2n = 22$.
4. — *Pimenta racemosa*. $2n = 22$.
5. — *Psidium cerasoides*. $2n = 88$.
6. — *Psidium montanum*. $2n = 33$.
7. — *Eugenia baruensis*. $2n = 22$.
8. — *Eugenia costata*. $2n = 22$.
9. — *Eugenia costata*. $n = 11$.
10. — *Eugenia guabiju*. $2n = 24$.
11. — *Metrosideros diffusa*. $2n = 22$.
12. — *Metrosideros tomentosa*. $2n = 22$.
13. — *Angophora subvelutina*. $2n = 22$.

Source . MNHN, Paris




ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. N TUR

Source : MNHN, Paris

## PLANCHE XII

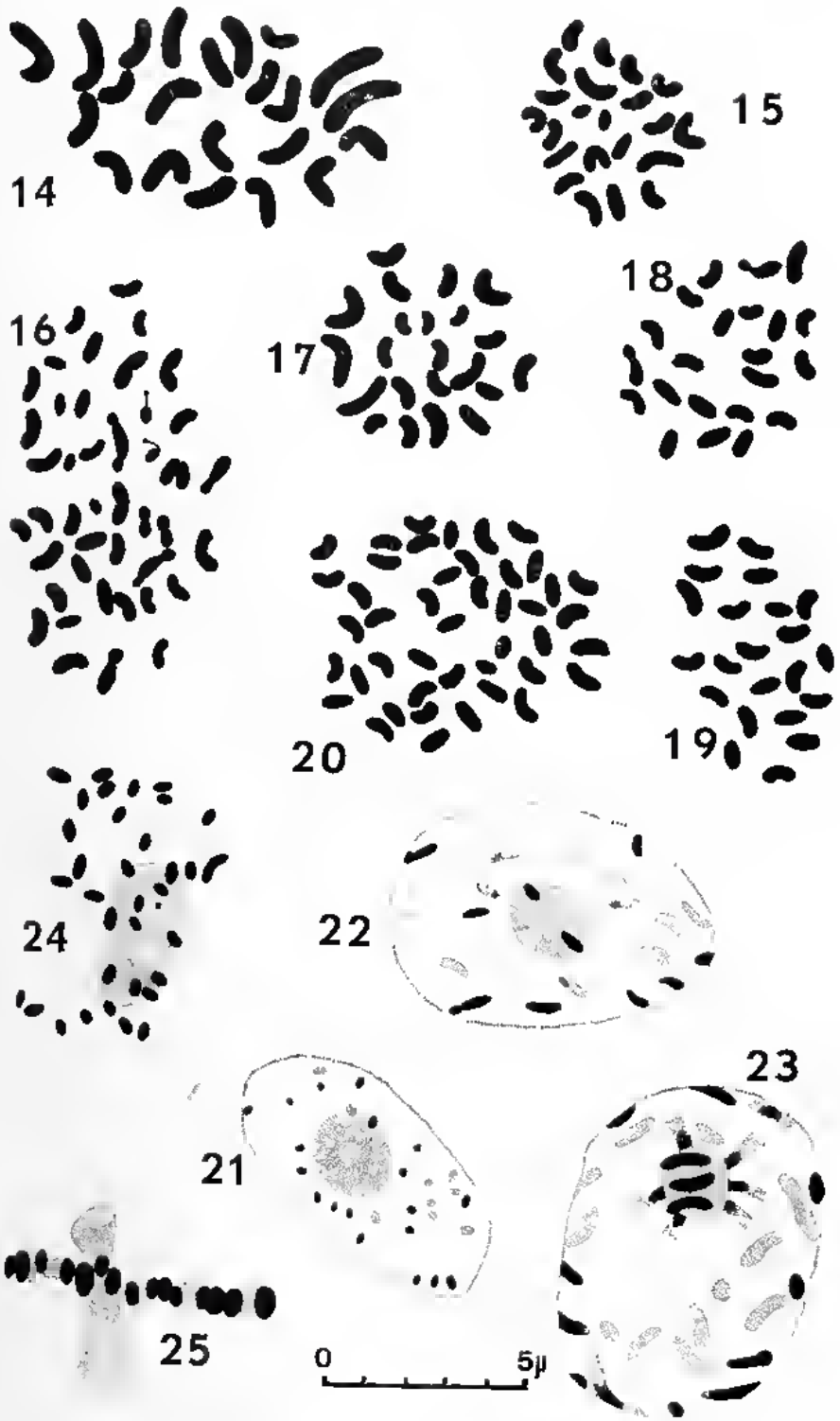
Plaques métaphasiques :

14. — *Eucalyptus melliodora*. $2n = 22$.
15. — *Callistemon salignus* var. *viridiflorus*. $2n = 22$.
16. — *Kunzea peduncularis*. $2n = 44$.
17. — *Melaleuca armillaris*. $2n = 22$.
18. — *Melaleuca genistifolia*. $2n = 22$.
19. — *Melaleuca microphylla*. $2n = 22$.
20. — *Baeckea virgata*. $2n = 44$.

La mitose somatique chez le *Kunzea peduncularis* :

21. — Noyau interphasique.
22. — Début de prophase.
23. — Prophase.
24. — Prémétaphase.
25. — Métaphase (on peut observer l'étirement du nucléole perpendiculairement au plan équatorial).

Source . MNHN, Paris




ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE 10

MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

## PLANCHE XIII

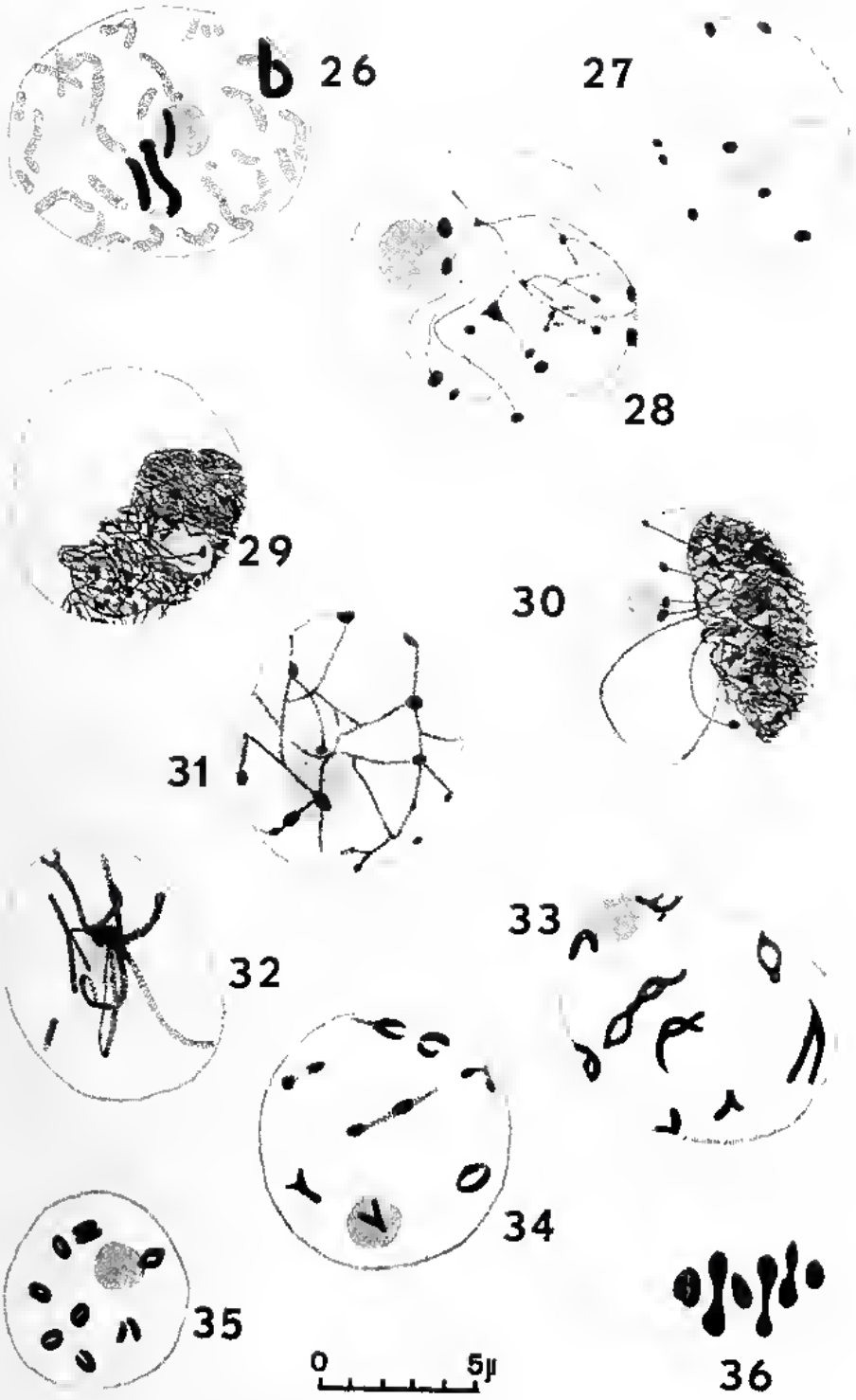
La mitose somatique :

26. — Prophase chez l'*Eucalyptus melliodora*.

La méiose chez l'*Eugenia costata* :

27. — Noyau d'une cellule-mère.
28. — Leptotène.
29. — Première contraction.
30. — Début du relèvement de la première contraction : les 2 chromocentres para-nucléolaires sont très voisins ; ils vont se fusionner.
31. — Fin du relèvement de la première contraction.
32. — Début du relèvement de la deuxième contraction.
33. — Strepsitène.
34. — Prégéminis.
35. — Géminis diacinétiques.
36. — Début d'anaphase I montrant l'étirement en haltère des bivalents.

Source . MNHN, Paris




ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

## PLANCHE XIV

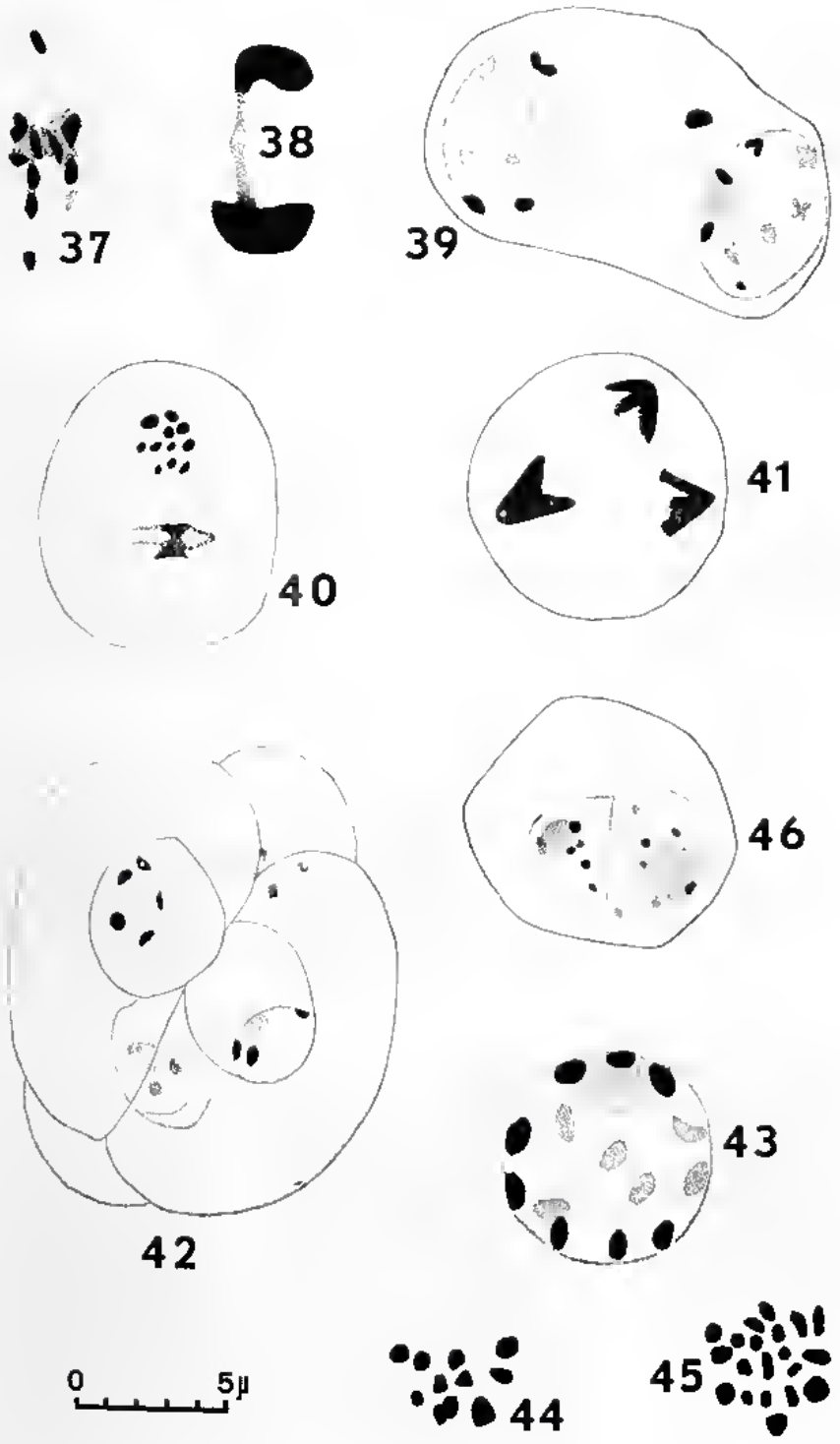
La méiose chez l'*Eugenia coelata* :

37 et 38. — Figures anormales en anaphase I (37 : chromosomes précurseurs ; 38 chromosomes retardataires formant un pont).
39. — Prophase II : on peut observer dans le cytoplasme un corps Feulgen + éliminé lors de l'interphase).
40. — Métaphase II.
41. — Anaphase II.
42. — Tétrade.

Assise tapétale :

43. — Début de prophase.
44 et 45. — Plaques métaphasiques. Sur la fig. 45, on voit que les chromosomes ont les uns l'allure de bivalents méiotiques, les autres ressemblant à des chromosomes somatiques typiques.
46. — Cellule tapétale binucléée.

Source . MNHN, Paris




ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

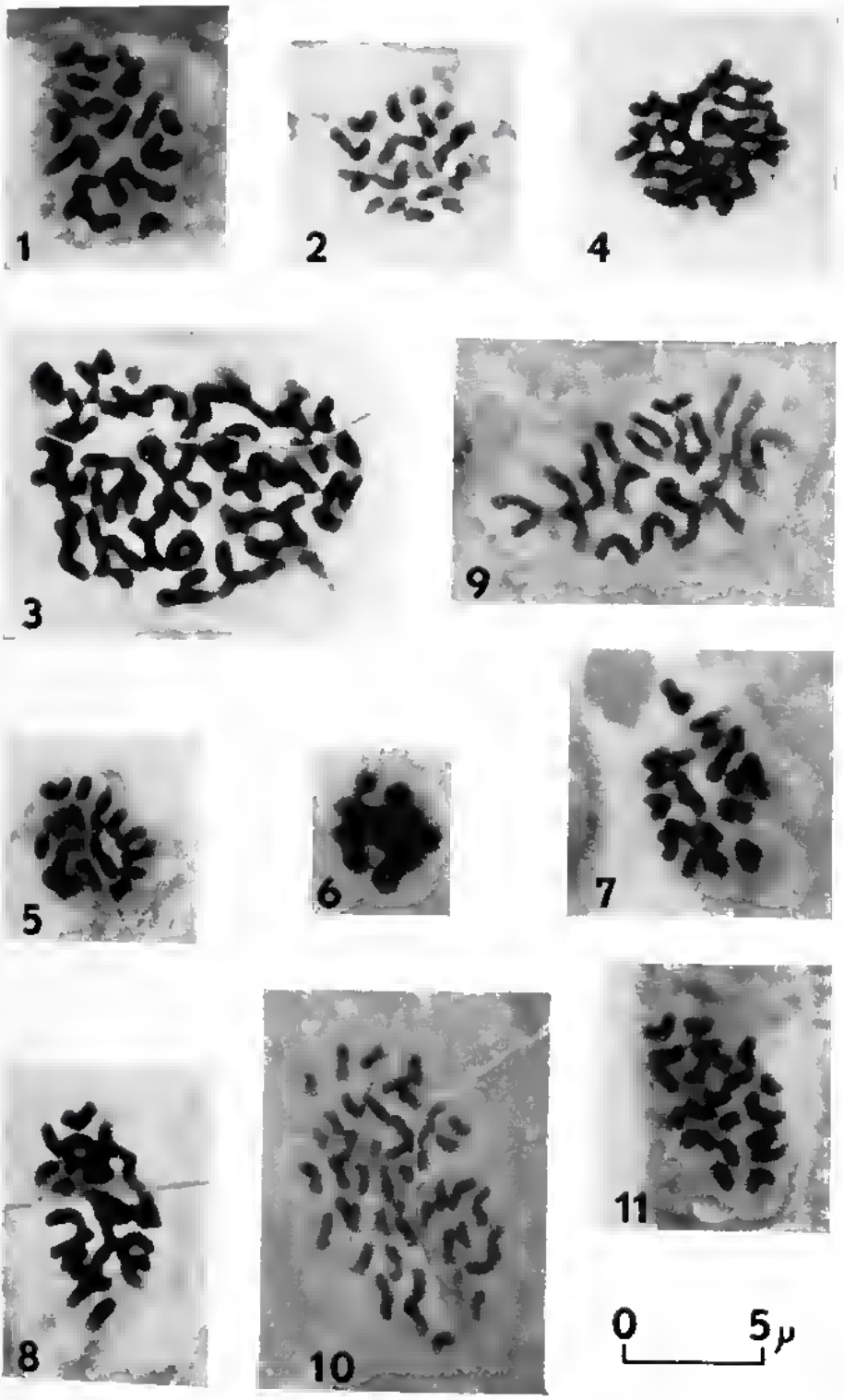
## PLANCHE XV

Photographies de plaques métaphasiques

1. — *Myrrhinium sarcopetalum* (alc. acét. - Feulgen).
2. — *Pimenta officinalis* (alc. acét. - Feulgen).
3. — *Psidium cerasoides* (alc. acét. - Feulgen).
4. — *Psidium montanum* (Helly - Feulgen).
5. — *Eugenia baruensis* (alc. acét. - Feulgen).
6. — *Eugenia costata*. Fleurs (Helly - Feulgen).
7. — *Metrosideros diffusa* (alc. acét. - Feulgen).
8. — *Angophora subvelutina* (Helly - Feulgen).
9. — *Eucalyptus melliodora* (Helly - Feulgen).
10. — *Kunzea peduncularis* (Helly - Feulgen).
11. — *Melaleuca microphylla* (alc. acét. - Feulgen).

NOTA : Les photographies 3, 5, 8 et 10 ont été composées à partir de plusieurs photographies de la même plaque.

Source . MNHN, Paris




ESSAIS DE CARYO-TAXINOMIE

BIBL. DU MUSEUM D'HIST.

Source : MNHN, Paris

Source . MNHN, Paris

*Printed in France.* Achevé d'imprimer le 30 mars 1965.

Pierre André, imp., 244 boulevard Raspail. Paris 14e.
Dépôt légal : 1er trimestre 1965.

Source . MNHN, Paris